

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

624.93
С 56



ПОВЫШЕНИЕ МАСТЕРСТВА
РАБОЧИХ СТРОИТЕЛЬСТВА
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.Г. Совалов
Я.Г. Могилевский
В.И. Остроногольский

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ РАБОТЫ

МОСКВА

СТРОЙИЗДАТ

Печатается по решению секции литературы по технологиям строительных работ редакционного совета Стройиздата

Рецензент — В. М. Минц

Совалов И. Г. и др.

С 56 Бетонные и железобетонные работы / И. Г. Совалов, Я. Г. Могилевский, В. И. Остроумов. — М.: Стройиздат, 1988. — 336 с.: ил. — Повышение мастерства рабочих строит. материалов). — ISBN 5-274-00122

В тесной взаимосвязи рассмотрены процессы, происходящие в цикле бетонирования конструкций: установка и разгрузка опалубки; изготовление и установка арматуры; при транспортировании, укладка и уплотнение бетона. Освещены методы бетонирования конструкций различных видов с использованием средств механизации. Даны организационные положения организации и охраны труда.

Для рабочих и бригадиров строительных организаций.

3204000000—478
047(01) — 88 141—88

ББК 38.626

ISBN 5-274-00122-X

© Стройиздат, 1988

ПРЕДИСЛОВИЕ

Бетонные и железобетонные работы являются одним из основных видов строительных работ, а профессии бетонщика и арматурщика — массовыми строительными профессиями. Для овладения ими в совершенстве необходимы и теоретические знания в сочетании с умением применить их на практике, и изучение прогрессивных технологий, и непременно творческое, заинтересованное отношение к своему труду. Только тогда будет возможно осуществить одну из неотложных задач, решение которой диктует сама жизнь в процессе перестройки и которая сформулирована Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года: «Поднять общественный престиж высококачественного труда и профессионального мастерства...». Эта задача определяет содержание настоящей книги, имеющей целью повышение квалификации и мастерства рабочих всех специальностей, занятых на бетонных и железобетонных работах. Важно подчеркнуть, что здесь имеется в виду не только комплекс этих работ на строительной площадке, но также и работы по изготовлению опалубки и арматуры, приготовлению и транспортированию бетонной смеси.

Эффективная организация и технология возведения монолитных железобетонных сооружений возможна лишь при тесной взаимосвязи, опалубочных, арматурных и бетонных работ, образующих в конечном итоге комплекс железобетонных работ, результатом которых является возведение той или иной железобетонной конструкции. Это определяет необходимость изложения передовых методов производства указанных трех видов работ в одной книге, освещающей не только технологические приемы ведения каждого вида работ, но и их взаимную увязку в процессе возведения железобетонных конструкций. Необходимо также учитывать, что во многих случаях, особенно при внедрении бригадного подряда, широко используют совмещение профессий, способствующее высокой производительности труда комплексной бригады, конечным результатом работы которой является обычно выстроенное сооружение (объект). Поэтому для членов бригады совершенно необходимым является знание конструкций и назначения опалубки и арматуры, свойств бетонной смеси и ее влияния на качество выполняемой конструкции.

Изложение построено по ходу технологического процесса.

Раздел первый «Опалубочные работы» содержит сведения об основных типах широко применяемой разборно-переставной, многооборачиваемой и инвентарной опалубки, а также о специальных видах опалубки — объемно-блочной, циклично-переставной и скользящей, сведения об изготовлении, установке и разборке опалубки.

В разделе втором «Арматурные работы» приведены данные об арматурных сталях, способах механической обработки и электрической сварки арматуры, типах и способах изготовления и монтажа арматуры, а также о ее приемке и контроле качества.

Раздел третий «Бетонные работы» содержит основные сведения о бетоне и составляющих его материалах; приготовлении, транспортировании, подаче и распределении и уплотнении бетонной смеси; уходе за бетоном и контроле его качества, а также о производстве бетонных работ в зимних условиях и условиях сухого жаркого климата.

В каждом из трех указанных разделов даны основные правила безопасного ведения работ.

Раздел четвертый «Технология и организация возведения железобетонных конструкций» содержит краткое описание методов бетонирования конструкций различных видов, а также основные принципы организации опалубочных, арматурных и бетонных работ.

За последние годы технический уровень возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций сильно возрос. Широко применяют многооборотную и инвентарную опалубку и специальные виды эффективной опалубки; используют для укладки бетонной смеси эффективные механизмы (краны, бетононасосы и др.); широко внедряют механизацию процессов изготовления арматуры и ее монтажа.

В этих условиях существенно возросли и требования к квалификации и мастерству рабочих и линейного инженерно-технического персонала. Эти требования при соответствующей подготовке кадров, безусловно, могут быть удовлетворены, поскольку в настоящее время рабочие имеют, как правило, среднее образование (полное или неполное), а большинство линейного персонала составляют техники и инженеры. Указанные обстоятельства позволили при сохранении общего стиля изложения материала углубить ряд особо важных для производства моментов. Это относится, в частности, к весьма ответственному этапу производства — уходу за бетоном и контролю его качества. В частности, кратко и популярно освещены принципы статистического метода контроля качества, положенные в основу стандарта, определяющего основные положения контроля качества бетона. При сквозном бригадном подряде применение этих принципов просто необходимо для установления правильных взаимоотношений с бетонным заводом, доставляющим бетонную смесь.

Предусмотренное XXVII съездом КПСС опережающее развитие строительства на севере и востоке страны обусловило необходимость уделить больше внимания вопросам зимнего бетонирования и ведения технологического процесса в суровых климатических условиях.

Отражена также специфика производства работ в условиях сухого, жаркого климата, где лишь в последние годы правильные методы борьбы с явлением пластической усадки позволили разработать технологично бетонирования, обеспечивающую требуемое качество бетона, и свести к минимуму растрескивание бетонных поверхностей.

Книга написана докт. техн. наук лауреатом Государственных премий СССР И. Г. Соваловым и канд. техн. наук Я. Г. Могилевским (предисловие и разделы I, II, III, IV), канд. техн. наук В. И. Остроногольским (главы 16 и 17 в разделе III).

От редакции

При планировании выпуска литературы издательство старается учитывать читательский спрос на книги определенной тематики и направленности, повысить их информативность и качество. В связи с этим редакции важно знать, какая оценка будет дана читателями выпущенной книге, какие возникнут пожелания по улучшению ее содержания и оформления. Хотелось бы в том числе получить ответы на следующие вопросы:

1. Ваша профессия?
2. Часто ли пользуетесь в своей работе книгами, выпускаемыми Стройиздатом? Какими?
3. Какой вид литературы (справочники, учебники, производственно-техническая книга) пользуетесь, по Вашему мнению, наибольшим спросом?
4. Какой материал в настоящей книге представил для Вас наибольший интерес?
5. Удовлетворяет ли Вас качество и содержание иллюстративного материала в настоящей книге?
6. Какие темы Вы считаете необходимым осветить в ближайшее время?

Редакция с благодарностью примет все пожелания и рекомендации, которые следует присылать по адресу: 101442, Москва, Каляевская, 23а, редакция литературы по экономике, организации и управлению строительством.

РАЗДЕЛ I. ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

ГЛАВА I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Опалубка и ее назначение

«Опалубкой» называют временную вспомогательную конструкцию, которая после установки в рабочее положение образует форму для укладки бетонной смеси.

Плоскость опалубки, которая непосредственно соприкасается с монолитной бетонной смесью, называют *палубой*.

Опалубка позволяет придать нужную форму бетонной смеси до ее затвердевания; определяет правильность размеров и положение в пространстве бетонируемой конструкции, взаимное расположение ее частей, а также качество поверхности бетона и его прочность. Снижение прочности может произойти из-за потерь раствора и образования раковин при наличии неплотностей в опалубке.

Опалубка со специальными теплоизлучателями позволяет ускорять твердение бетона. Такая опалубка находит применение для обогрева бетонной смеси в процессе ее кристаллизации при возведении различных монолитных конструкций, начиная от тонкостенных в жилых и гражданских зданиях и кончая конструкциями большой массивности.

В зависимости от положения в пространстве бетонируемых конструкций и их функционального назначения опалубку классифицируют следующим образом:

- для вертикальных поверхностей;
- для горизонтальных и наклонных поверхностей;
- для одновременного бетонирования стен и перекрытий;
- для бетонирования фундаментов.

По конструктивным признакам выделяют следующие наиболее распространенные виды опалубок:

- разборно-переставная (мелкощитовая и крупнощитовая);
- объемно-переставная;
- блок-формы;
- блочная;
- скользящая;
- несъемная.

Для бетонирования стен в основном находит применение мелкощитовая, крупнощитовая, объемно-переставная и скользящая опалубка.

Для бетонирования перекрытий используют: разборно-переставную опалубку с поддерживающими элементами; крупнощитовую, в которой опалубочные поверхности и поддерживающие элементы объединены в объемную конструкцию, целиком переставляемую краном.

Для одновременного бетонирования стен и перекрытий применяют объемно-переставную опалубку.

Для изготовления фундаментов из монолитного железобетона применяют разборно-переставную опалубку, блок-формы и блочную опалубку.

Материалы, применяемые для опалубки

Общие сведения. До недавнего времени основными материалами, из которых выполнялись элементы опалубки, в том числе и палубы, были пиленая древесина и металл. Сейчас номенклатура опалубочных материалов составляет более десяти наименований, а если учесть разнообразные клеи, смолы и лаки для покрытия, то число используемых материалов возрастает почти вдвое.

Наиболее широко для изготовления опалубки применяют: древесину, фанеру или производные древесины (древесностружечные или древесноволокнистые плиты с использованием пиломатериалов), металл (сталь), комбинацию материалов (сталь и древесина, сталь и фанера, древесина и пластмасса), а также армоцемент или железобетон.

Древесина. Для изготовления опалубки используют пиломатериалы из хвойных пород древесины (ГОСТ 8486—86Е) и лиственных (ГОСТ 2695—83). Элементы опалубки, непосредственно соприкасающиеся с бетоном, изготовляют из пиломатериалов не ниже III сорта. Для поддерживающих элементов, испытывающих только вертикальные нагрузки, могут быть использованы пиломатериалы III сорта, но с предварительной отбраковкой в соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к пиломатериалам II сорта (отсутствие сучков и трещин). Все остальные поддерживающие элементы опалубки изготовляют из пиломатериалов II сорта, при-

чем для стоек и прогонов применяют древесину только хвойных пород.

Влажность древесины, используемой для щитов опалубки, должна составлять 15...20 %, а для остальных элементов — до 25%. Необходимо, чтобы доски, применяемые к бетону, были остроганы и имели ширину не более 150 мм и толщину не менее 19 мм.

Фанера. Для изготовления щитов опалубки, используемых при бетонировании внутренних ограждающих монолитных конструкций (стены, колонны, перекрытия) используют многослойную (12 слоев) бакелизированную фанеру (ГОСТ 11539—83). Отдельные детали и заготовки щитов соединяют на высокопрочных водостойких клеях. Контроль качества клеевых соединений осуществляют в соответствии с Рекомендациями по контролю качества клеевых соединений в деревянных клееных конструкциях (ЦНИИСК, Стройиздат, 1981).

При использовании специальных защитных пленок или наклейке водостойких синтетических материалов на поверхность щитов допускают применение фанеры марки ФСФ. В этих случаях особое внимание необходимо уделять заделке торцов фанерных листов.

Практика показала, что даже при водонепроницаемой палубе щиты из фанеры могут выйти из строя после двух-трех оборотов, если влага из бетонной смеси будет проникать во внутренние шпоны через торцы щита.

Древесностружечные плиты. Для опалубки используют тяжелые гидрофобные древесностружечные плиты толщиной 20 мм, плотностью более 800 кг/м³ (ГОСТ 10632—77).

После раскроя плиты на щиты требуемых размеров рабочую поверхность и торцы рекомендуется покрывать водостойкими лаками.

При защите палубы водонепроницаемыми пленками или листовыми пластиками допускают использование полутяжелых древесностружечных плит плотностью 700 кг/м³. Торцы древесностружечных щитов необходимо тщательно заделывать, как и при использовании фанерных щитов.

Древесноволокнистые плиты. Для опалубки используют древесноволокнистые плиты (ГОСТ 4598—86) плотностью 1000...1100 кг/м³ с пределом прочности при изгибе не менее 0,2 МПа, толщиной 4 мм. В инвентарных

щитах из древесноволокнистых плит выполняют палубу, а из деревянных брусков — каркас. Все детали соединяют на водостойких клеях. Для палубы экономически оправдано применять древесноволокнистые плиты, покрытые с одной стороны эмалью (ГОСТ 8904—81).

Металл. В последнее время для изготовления отдельных элементов и деталей опалубки нашли широкое применение стальные прокатные и гнутые профили, а также листовая прокат различной толщины. Для несущих элементов опалубки, лесов и креплений (щитов, кружал, стоек, тяжей и др.), а также для инвентарных деталей применяют сталь марки, предусмотренной проектом опалубки; при отсутствии в проекте таких указаний — сталь не ниже марки Ст3 в соответствии с ГОСТ 380—71.

Для изготовления пружинных креплений (скоб, клеммер) используют сталь марок 65Г и 55ГС.

В качестве опалубки может быть использована и тканая стальная сетка с ячейками от 2,5×2,5 до 5×5 мм из проволоки диаметром 1...1,2 мм.

Хотя полностью металлическую опалубку применяют довольно часто, более рациональной является комбинированная конструкция, в которой для несущих и поддерживающих элементов используют металл, а для палубы — пиломатериалы, водостойкую фанеру, пластик.

Синтетические материалы. Номенклатура синтетических материалов, применяемых для изготовления палубы в опалубке, с каждым годом увеличивается. Наибольшее применение в качестве основного конструктивного материала и защитных покрытий комбинированных щитов в отечественной и зарубежной практике находят стеклопластики.

В комбинированных щитах используют стеклотекстолит, представляющий собой стеклоткань, пропитанную смолами. Он обладает более высокими по сравнению с другими стеклопластиковыми механическими свойствами. Наибольшее распространение для изготовления палубы имеет стеклопластик КАСТ-В, изготовленный на основе модифицированной фенолоформальдегидной смолы. Промышленность освоила выпуск плоских листов стеклопластика размером 1000×2400 мм, толщиной 0,5...15 мм, плотностью 1600...1850 кг/м³.

Для защиты палубы дощатых, древесностружечных или фанерных щитов могут быть использованы и декоративные слоистые пластики, выпускаемые отечествен-

ной промышленностью под маркой ОД. Эти пластики изготавливают на основе бумаги и термоактивных смол. Их поверхность обладает высокой твердостью и абразивной стойкостью к воздействию высоких температур (до $+100^{\circ}\text{C}$), масел, бензина, слабых кислот, морской воды. Как и стеклопластики, слоистые пластики имеют небольшую плотность, высокую прочность; они негигроскопичны, трудновоспламеняемы.

Отдельную группу составляют пластики на основе поливинилхлорида, которые находят применение в конструкциях комбинированной опалубки. Достоинством таких пластиков является стойкость даже по отношению к таким сильным кислотам, как соляная и серная. Они устойчивы против масел, не разбухают в воде, являются диэлектриком. Однако пластик из поливинилхлорида может быть использован только при температуре не ниже минус -30°C и не выше $+60^{\circ}\text{C}$.

В конструкциях щитов для опалубки из пластиков на основе поливинилхлорида применяют в основном винилпласт и безосновный линолеум. Они малотеплопроводны и в этом отношении могут быть приравнены к древесине, стойки к воздействию кислот, щелочей, воды, масел.

Клеи. Если раньше соединение элементов опалубки, выполняемые из древесины, выполняли исключительно на гвоздях, то теперь находят широкое применение водостойкие клеи.

Для соединения между собой деревянных или фанерных элементов применяют казеиновый клей, приготовляемый непосредственно перед употреблением путем растворения порошка ОБ в воде в соотношении 1:2. Время, необходимое для подсыхания казеинового клея, 4...6 мин при температуре не ниже $+12^{\circ}\text{C}$. Для соединения деревянных или фанерных деталей со слоистыми пластиками используют клеи К-17, ВИАМ-Б-3, № 88. Они могут быть использованы также и для соединения пластиков с металлическим каркасом.

Клеи К-17 и ВИАМ-Б-3 сохраняют жизнеспособность в течение 2...3 ч. Поэтому их целесообразно применять на предприятиях, имеющих оборудование для смешивания исходных компонентов. Срок годности клея № 88 составляет около 100 дней. Его готовят на основе бутилфенолоформальдегидной смолы № 101, резиновой

смеси № 31 и смеси этилацетата с бензином в соотношении 2:1.

Для соединения стеклопластиков используют клеи на основе полиэфирных и эпоксидных смол. К этому типу относят клеи ПН-1, твердеющий в течение нескольких минут при различных температурах ($15...140^{\circ}\text{C}$). Высокие прочностные показатели клея при различных синтетических материалах позволяют отнести его в разряд универсальных.

Для соединения деревянной палубы с металлическим каркасом может быть применен клей, изготовляемый из полиизоцианата К (отход производства Дзержинского химкомбината) и изоцианатного преполимера УР-293, УР-294 (ТУ 6-10-1462—74). Выпускает такой клей Рижский лакокрасочный завод.

В настоящее время созданы клеи, твердеющие без давления, такие, как ВК-9, К-153. Они представляют собой эпоксидные композиции холодного отверждения.

Проект производства опалубочных работ

Проект производства опалубочных работ является составной частью общего проекта. Он должен быть увязан с другими процессами, предусматривая разбивку фронта опалубочных работ на захватки, определяя направление движения комплектов унифицированной опалубки. Наличие такого проекта обеспечивает продуманный выбор конструкций опалубки с учетом ее повторного использования, позволяет обосновать и уточнить потребность в опалубочных комплектах, определить их объем и состав.

Проект производства опалубочных работ включает в себя:

1. Маркировочные чертежи опалубки, показывающие расположение элементов опалубки на плане, фасаде или развертке боковой поверхности бетонируемого сооружения. На маркировочном чертеже указывают условные буквенные и цифровые обозначения или «марки» элементов опалубки, которые впоследствии надписывают на изготовленных элементах;

2. Технологические карты производства опалубочных работ для всех сложных железобетонных конструкций и сооружений, для которых составлены маркировочные чертежи, а также для одной, наиболее часто повторяю-

шейся относительно простой конструкции. На технологической карте указывают последовательность установки опалубки, закладных деталей, а также порядок выполнения отдельных операций при монтаже поддерживающих элементов опалубки.

В технологической карте приводят калькуляции материальных и трудовых затрат, указывают стоимость работ, затраты машинного времени, электроэнергию и других ресурсов. Приводят спецификации инструмента и ручных машин, численно-квалификационный состав звеньев и бригад. Помещают чертежи специальной оснастки и приспособлений для производства опалубочных работ (площадки, стремянки, кондукторы, контейнеры и т. п.);

3. Спецификацию элементов и общий объем комплекта опалубки. Перечень элементов опалубки, составляемый на основе маркировочного чертежа и включающий наименование и марки элементов; номера типовых чертежей, по которым их изготавливают; основные размеры и необходимое число одинаковых элементов определяют на основании данных проекта производства работ.

Многократное использование инвентарной опалубки определяет наличие в сооружении повторяющихся однотипных конструкций, а также сроки его возведения, позволяющие разбить сооружение на захватки. Вместе с тем оборачиваемость опалубки зависит и от ее качества, т. е. от особенностей конструкции, которые обеспечивают сборку и разборку опалубки с наименьшим процентом повреждений, и от ее прочности, которую в значительной мере определяет материал, из которого она изготовлена.

Деревянная опалубка (на сшивных планках) обычно выдерживает 3...5 оборотов, инвентарная деревянная опалубка (с жесткими ребрами) — 20...30, фанерная — 40...50, стальная — 100 оборотов и больше. Такую оборачиваемость опалубки на одном объекте реализовать, как правило, не удастся. Это можно осуществить лишь в том случае, когда опалубка является постоянным инвентарем строительной организации, применяющей ее на ряде объектов до полной амортизации.

Разборно-переставная инвентарная опалубка, которую собирают на месте возведения сооружения из отдельных элементов, наиболее распространена в строи-

тельной практике. В разборно-переставной опалубке могут быть выполнены почти все элементы монолитных конструкций.

ГЛАВА 2. РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНАЯ ИНВЕНТАРНАЯ ОПАЛУБКА

Общие сведения

Инвентарную высокооборотную опалубку изготавливают централизованно в специализированных цехах или на технологических линиях.

Рациональная централизация изготовления опалубки способствует росту мощности предприятий, сокращению накладных расходов, повышению производительности труда рабочих, быстрейшему оснащению технологических линий высокопроизводительным оборудованием, улучшению качества возводимых зданий и сооружений.

Опалубку поставляют на стройку полностью укомплектованными партиями, содержащими все необходимые элементы, в том числе крепежные детали. Комплекты или отдельные элементы опалубки, поступающие от предприятия-изготовителя, должны иметь штампы ОТК в некоторых случаях и штампы госприемки. Со складов или пунктов проката их передают по актам. Перед сборкой опалубки мастер и бригадир выполняют внешний осмотр элементов. После каждых 10...12 оборотов осуществляют инструментальный контроль геометрических размеров и деформаций элементов опалубки.

Основными видами разборно-переставной опалубки является стальная опалубка и комбинированная, которую изготавливают централизованно в комплекте.

В комплект стальной опалубки входят: основные и угловые щиты, монтажные уголки, несущие балки, инвентарные приспособления для сборки щитов в крупно-размерные панели, хомуты, инвентарные клиновые зажимы и натяжные крюки для соединения щитов со схватками.

В отличие от стальной инвентарной опалубки комбинированная опалубка имеет щиты из разных материалов: каркас стальной, а палуба из досок или водостойкой фанеры, древесностружечной плиты, стеклопластика

(или из какого-либо другого материала, достаточно жесткого, прочного и способного обеспечить надлежащее качество поверхности бетона).

В ряде случаев на строительстве объектов гражданского и промышленного строительства еще находит применение деревянная опалубка, хотя она является практически необорачиваемой. Лишь при бережном отношении ее можно использовать до трех раз. Обычно же такую опалубку используют один раз; вся ее стоимость, за исключением стоимости лесоматериала, остающегося после распалубливания, входит полностью в стоимость сооружения. В некоторых случаях такую опалубку в силу производственных условий не разбирают после твердения бетона и тогда в стоимость сооружения входит полная стоимость всей опалубки.

Стальная опалубка

Опалубка «Монолит» конструкции ЦНИИОМТП. Комплект унифицированной инвентарной опалубки «Монолит» имеет основные конструктивные элементы (табл. 1.1) для сборки опалубочных форм с вертикальными поверхностями при необходимости может быть дополнен элементами, образующими при бетонировании горизонтальные и наклонные поверхности.

Основной щит (см. табл. 1.1, п. 1) имеет стальной каркас с отверстиями, через которые пропускают натяжные крюки (см. табл. 1.1, п. 7), соединяющие щит со схватками.

К каркасу щита приваривают контактной сваркой палубу из стального листа толщиной 2 мм. Между собой щиты опалубки соединяют при помощи пружинных скоб (см. табл. 1.1, п. 5). Схватки изготавливают из двух швеллеров, скрепляемых стальными прокладками на сварке (см. табл. 1.1, п. 3).

Схватки на одном конце имеют косынку с отверстием под соединительный клин. Это позволяет наращивать схватки и сращивать их под прямым углом практически в любом месте.

Для сборки опалубки ступенчатых фундаментов применяют несущие балки (см. табл. 1.1, п. 4). Они состоят из двух поясов, соединенных между собой планками. Конструктивно пояса не отличаются от схваток. С обоих концов они имеют щелевидные отверстия под клинья.

Несущие балки соединяют под прямым углом при помощи чеки с клиповым запором (см. табл. 1.1, п. 7).

При бетонировании конструкций с горизонтальными и наклонными поверхностями комплект инвентарной разборно-переставной опалубки дополняют элементами для ее поддержания — стойками, ригелями, струбцинами и специальными креплениями (табл. 1.2). Кроме этого, в комплекте есть вспомогательная оснастка для производства опалубочных работ (навесные стремянки, рабочие площадки и пр.). Такой комплект опалубки позволяет создавать опалубочные объемные формы для плоских и ребристых перекрытий, балок, ригелей, шедовых покрытий, бункеров, наклонных эстакад и т. п. Универсальности опалубки достигают благодаря конструкции поддерживающих элементов. Такая опалубка для горизонтальных и наклонных плоскостей создана в нашей стране впервые.

Балочные струбцины и подвесные хомуты (см. табл. 1.2, пп. 1, 2) позволяют бетонировать балки сечением от 200×300 мм до 600×800 мм.

В качестве конструкции, поддерживающей опалубку плит перекрытий, в систему входят раздвижные ригели (см. табл. 1.2, п. 3). Ригели отличаются между собой конструктивно и используются для перекрытия различных пролетов в широком диапазоне нагрузок на них:

	Длина пролета, м	Максимальный изгибающий момент, кН·м
PP-2	1,25...2,0	8,2
PP-4	2,2...4,0	13,8
PP-6	4,0...6,0	20,7

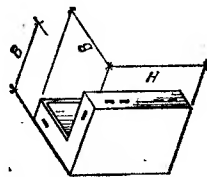
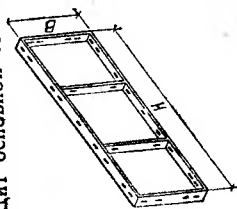
Ригель PP-2 состоит из двух швеллеров № 10, в которых имеются прорези, позволяющие менять длину ригеля. Для этого швеллеры соединяют таким образом, чтобы прорези совпали между собой. В прорезь вставляют болт и стягивают элементы гайкой.

Ригель PP-4 состоит из формы и выдвижной вилки (двутавр № 16), позволяющей менять длину ригеля. При этом фиксацию выдвижной вилки выполняют с помощью винта, который проходит через нижний пояс формы.

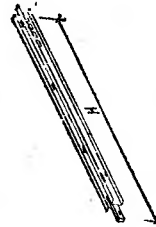
Ригель PP-6 состоит из формы и выдвижной балки

1.1. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗВЕРНО-ПЕРСТАВНОЙ ОПАЛУШКИ "МОНОЛИТ"

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		H	B (или сечение)		
1. Щит основной стальной	ЩС-1,8-0,6 ЩС-1,8-0,5 ЩС-1,8-0,4 ЩС-1,8-0,3 ЩС-1,2-0,6 ЩС-1,2-0,5 ЩС-1,2-0,4 ЩС-1,2-0,3	1800	600	40,5	Образование вертикальных поверхностей фундаментов под каркас здания и технологическое оборудование стен, перекрытий, туннелей, бункеров
		1800	500	35	
		1800	400	27	
		1800	300	23	
		1200	600	28,8	
		1200	500	26,8	
		1200	400	21,2	
		1200	300	15,7	
2. Щит угловой стальной	ЩСУ-0,6-0,3 ЩСУ-1,8-0,3	600 1800	300 300	16,2 48	Образование внутренних углов конструкций



3. Схватка



С-3,6
С-3,0
С-2,4
С-1,8

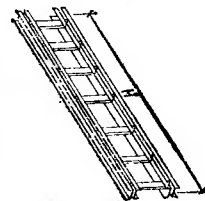
3000
2400
1800

Два швеллера
№ 8

50,4
42,2
33,6
25,2

Использование в качестве поддерживающих и несущих элементов в опалубке фундаментов под каркас здания и технологическое оборудование в опалубке стен, туннелей; использование в качестве прогонов в опалубке горизонтальных и наклонных перекрытий, балок, бункеров и т. п.

4. Несущая балка



НБ-2,6
НБ-3,6
НБ-4,6
НБ-5,6
НБ-6,6
НБ-7,6

2600
3600
4600
5600
6600
7600

(4 швеллера
ра № 8)

176,6
186,7
216,7
236,7
276,9
317

Устройство каркаса, опалубки ступенчатой части фундаментов

Пружинная скоба

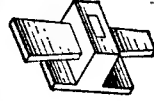


Соединение щитов опалубки

0,2

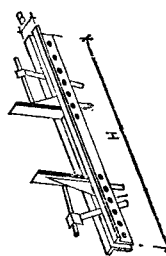
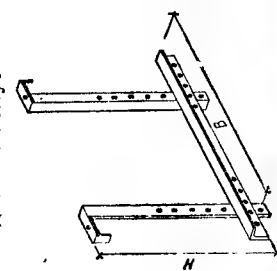
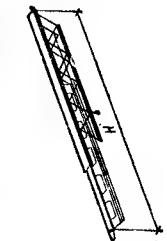
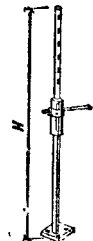
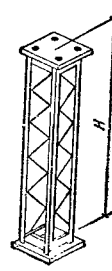
Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		H	B (или сечение)		
6. Пружинная клеммера 	ПК-69-00	—	—	0,2	То же
7. Крюк с клиновым запором 	КН-000	—	—	1	Соединение щитов со схватками и балками

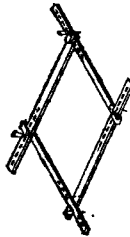
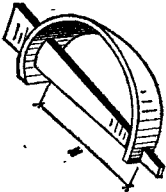
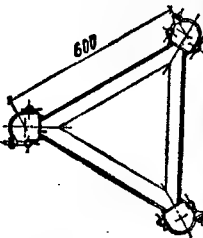
8. Клиновой зажим



3. Клиновой зажим	КЗ-101	—	—	0,65	Закрепление тяжей
9. Монтажный уголок	МУ-0,5 МУ-2	500 2000	(Уголок 50×50×4) То же	2,75 11,0	Сборка вертикальной опалубки наружной опалубки стен, фунда- ментов под каркас здания и тех- нологическое оборудование
10. Замок универсальный	ЗУ-1-69;	—	—	2,6	Соединение телескопических стоек

1.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНОЙ ОПАЛУБКИ „МОНОЛИТ“

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		H	B (или сечение)		
1. Раздвижная балочная струбцина 	РБС	1300	85	9,23	Использование в качестве под- держивающего и закрепляюще- го элемента короба опалубки балок
2. Подвесной хомут 	ПХ-2	1065	1150	24	То же
3. Раздвижной ригель 	РР-2 РР-4 РР-6	1250...2000 До 4000 До 6000	— — —	26 110 121	Использование в качестве под- держивающего элемента опа- лубки перекрытий
4. Стойка телескопическая 	СТА-68	Высота 2000...3500 Высота 2000...5000	— —	55,6 55,6	Использование в качестве под- держивающего элемента опа- лубки горизонтальных и на- клонных плоскостей
5. Стойка решетчатая 	СР-2 СР-1,5	2200 1500	} (200×200)	42 13,25	Использование в качестве под- держивающего элемента опа- лубки горизонтальных и на- клонных плоскостей на боль- шой высоте

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		H	B (или сечение)		
6. Хомут 	ХМ-1	800	(50×4)	11	Крепление опалубки колонн
7. Хомут 	Х-1-68	223	(Полоса 30×8)	1,24	Соединение стоек и связей
8. Диафрагма 	ДЗА-1-67	600	(Равнобокий уголок 50×50×3)	5,9	Соединение стоек

(двутавр № 14). Изменение длины ригеля выполняют так же, как в ригеле РР-4.

Для удержания всей системы опалубки на определенной высоте применяют специальные стойки: телескопические и решетчатые (см. табл. 1.2, пп. 4, 5). Трубчатая телескопическая стойка состоит из базовой части, снабженной винтовым домкратом, и выдвижной штанги трех типоразмеров, что позволяет поддерживать опалубку на высоте 2...5 м. В выдвижной штанге просверлены с шагом 100 мм отверстия для чеки, с помощью которой регулируют высоту стойки. Винтовым домкратом можно не только плавно и непрерывно регулировать высоту, но и рихтовать опирающуюся опалубку при полной нагрузке в диапазоне ± 50 мм.

При необходимости создать опоры высотой до 5 м и значительной несущей способности телескопические стойки объединяют в трех- или четырехветвевые опоры при помощи инвентарных треугольных или четырехугольных диафрагм. Крепление диафрагм выполняют на винтовых замках.

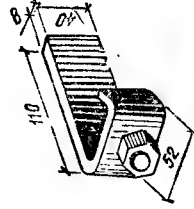
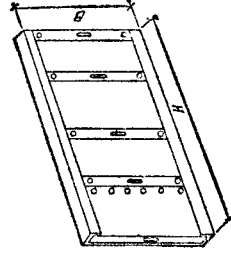
1.3. РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОПОРЫ ИЗ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СТОЕК, кН

Опора	Высота опоры, мм									
	2000	2250	2500	2750	3000	3500	4000	4500	5000	
Свободно стоящая телескопическая стойка	120	110	90	80	70	55	45	35	30	
Трехветвевая опора с шагом диафрагм по вертикали:										
500 мм	—	—	—	—	250	—	150	—	115	
700 мм	—	—	—	—	240	—	140	—	105	
Четырехветвевая опора с шагом диафрагм по вертикали:										
500 мм	—	—	—	—	340	—	140	—	105	
700 мм	—	—	—	—	320	—	200	—	140	

Несущая способность стоек зависит от их высоты и шага диафрагм. Чтобы пространственная система, которая поддерживает опалубку, была устойчива, необходимо знать допускаемые расчетные нагрузки на стойки (табл. 1.3).

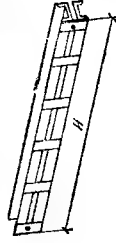
1.4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНВЕНТАРНОЙ РАЗВОРНО-ПЕРЕСТАВНОЙ ОПАЛУБКИ КОНСТРУКЦИИ ПРИДНЕРОВСКОГО ПРОМСТРОЙПРОЕКТА

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		H	B (или сечение)		
1. Основной щит	М-3 М-2,4 М-1,8 М-1,2	3000 2400 1800 1200	600 600 600 600	52 43 32 23	Образование поверхностей вертикальных стен, фундаментов под технологическое оборудование
2. Натяжной крюк	НК-1	110	52	1,2	Соединение щитов со схватками



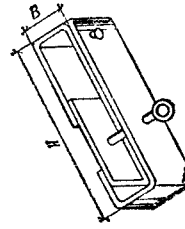
3. Схватка

С-6 С-3 С-2,4 С-1,8 С-1,2	6000 3000 2400 1800 1200	(Два швеллера № 12)	60 30 24 18 12	Использование в качестве подерживающих и несущих элементов опалубки фундаментов под технологическое оборудование
---------------------------------------	--------------------------------------	---------------------	----------------------------	--



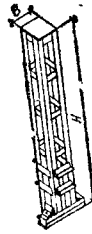
4. Зажим винтовой

ЗВ	145	48	1,3	Крепление угловых вставок к блокам опалубки
----	-----	----	-----	---



5. Стойка

МС-2,3 МС-3	2300 3000	150 150	37,5 42,0	Использование в качестве подерживающего элемента при установке опалубки перекрытия
----------------	--------------	------------	--------------	--



Для устройства опор высотой более 5 м используют составные решетчатые стойки высотой 1500 и 2200 мм (см. табл. 1.2, п. 5).

Ветви стоек выполнены из уголка $40 \times 40 \times 3$ мм, а решетка — из прутка 12 мм. Сечение стоек 200×200 мм, а опорных плит 300×300 мм. В опорных плитах предусмотрены отверстия под соединительные (черные) болты.

Общая высота опор, собранных из решетчатых стоек, может достигать 25...30 м. Для устойчивости системы применяют инвентарные связи на каждом ярусе у места стыка. Соединение связей и элементов решетчатых стоек — болтовое.

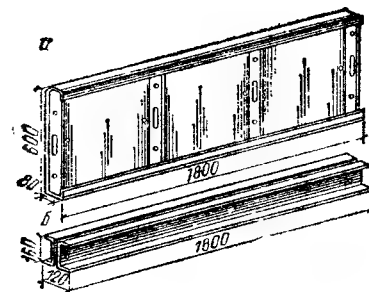
Для опор с поярусным раскреплением связями расчетные нагрузки на составную опору из решетчатых стоек составляют:

Высота опоры, мм . . .	7000	12 000	15 000	18 000	21 000	24 000	27 000
Расчетная нагрузка, кН	150	100	70	60	50	40	40

Поскольку высота опор из решетчатых стоек плавно не регулируется и практически оказывается больше или меньше требуемой, верхний ярус опор можно выполнить из телескопических стоек.

Опалубка конструкции приднепровского Промстройпроекта. Разработанная Приднепровским Промстройпроектом стальная опалубка из прокатных профилей представляет собой набор плоских щитов четырех типоразмеров, схваток пяти типоразмеров и инвентарных креплений — натяжных крюков, струбцин, болтов (табл. 1.4). Щиты имеют каркасную конструкцию, в которой продольные ребра выполнены из уголка сечением $63 \times 40 \times 4$ (см. табл. 1.3, 4 п. 1). Узкой полкой уголок обращен наружу, а торцом другой полки приварен к палубе из листовой стали толщиной 2 мм. Поперечные ребра выполнены из листовой стали толщиной 4 мм и установлены с шагом 400 мм. Отверстия в поперечных ребрах служат для соединения щитов со схватками натяжными крюками (см. 1.3, п. 2). Схватки выполнены из двух швеллеров № 12, соединенных накладками (см. табл. 1.3, п. 3). Щиты могут быть собраны в крупноразмерные панели и тогда монтаж опалубки выполняется с помощью подъемных механизмов. В палубе просверлены

Рис. 1.1. Элементы стальной опалубки из гнутых профилей конструкции Приднепровского Промстройпроекта
а — щит; б — схватка



отверстия диаметром 20 мм для пропуска соединительных болтов или стяжек.

Опалубка может быть также выполнена из гнутых профилей (рис. 1.1). Листы С-образного профиля, изготовленные на кромкогибочных станках или прокатанные на вальках, служат одновременно палубой и продольными ребрами. Поперечные ребра щитов изготавливают из листовой стали толщиной 4 мм. Щиты и схватка имеют те же размеры, что и в опалубке из прокатных профилей (см. табл. 1.4).

Опалубка конструкции Минмонтажспецстроя СССР. В комплект опалубки входят основные щиты нескольких типоразмеров — угловой щит, направляющие и угловые стойки и опорные консоли (табл. 1.5).

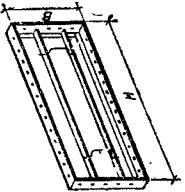
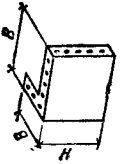
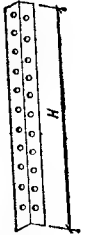
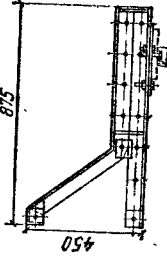
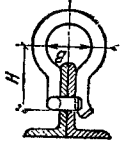
При сборке щиты соединяют пружинно-стержневыми скобами. Боковое давление бетонной смеси воспринимается тяжами, соединяемыми с направляющими щитами.

В случае значительных нагрузок щиты усиливают стойками. Каркас щитов выполнен из уголка $63 \times 40 \times 5$ мм, а палуба из листовой стали толщиной 2 мм. При использовании щитов опалубки в зимний период их утепляют матами из шлаковойлока.

Комбинированная опалубка

Комбинированная опалубка конструкции ЦНИИОМТП. Геометрические размеры комбинированной опалубки приняты те же, что и в стальной опалубке системы «Монолит». Дополнительным элементом в щитах комбинированной опалубки являются продольные ребра из стальных прокатных профилей и поперечные ребра из полосовой стали (рис. 1.2). К торцовым поперечным ребрам каркаса приварены обрамляющие

1.5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНВЕНТАРНОЙ РАЗВОРНО-ПЕРЕСТАВНОЙ ОПАЛУБКИ КОНСТРУКЦИИ
МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЯ СССР

Элемент	Марка	Размер, мм (сечение)		Масса, кг	Назначение
		H	B		
1. Основной щит 	Щ-1 Щ-2 Щ-4	1250 1500 500	500 250 250	29,1 22,1 8,3	Образование вертикальных поверхностей стен, ступенчатых фундаментом
2. Щит угловой 	Щ-1	500	500 $B_1=250$	15,6	Образование углов
3. Стойка направляющая 	СН-1	1600	(Два швеллера №8)	22,0	Усиление щитов при больших нагрузках
4. Стойка угловая 	СУ-1 СУ-2	1000 3000	Уголок } $63 \times 63 \times 5$	5,1 15,8	Соединение щитов в углах
5. Опорная консоль 	ОК-1	875	450	14,6	Использование в качестве поддерживающего элемента опалубки ступенчатых фундаментов
6. Пружинная скоба 	ПС-1	48	40	0,3	Соединение щитов опалубки

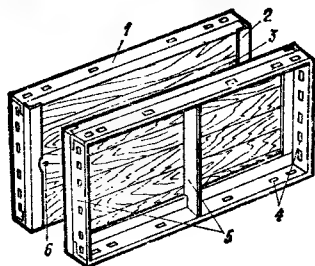


Рис. 1.2. Общий вид комбинированного щита конструкции ЦНИИОМТП «Монолит»

1 — продольное ребро стального каркаса; 2 — уголок обрамления; 3 — палуба; 4 — отверстия для соединения между собой щитов; 5 — поперечное ребро; 6 — отверстия для пропуска стяжки

уголки, образующие пазы для установки палубы из строганных с лицевой стороны досок толщиной 25 мм. Одновременно эти уголки защищают торцы досок палубы от соприкосновения с бетоном.

Комбинированная опалубка конструкции треста Тагилстрой. В состав комплекта опалубки входят щиты девяти типоразмеров и стойки длиной 1000 и 2000 мм (табл. 1.6).

1.6 КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОМБИНИРОВАННОЙ ОПАЛУБКИ ТРЕСТА ТАГИЛСТРОЙ

Элемент	Марка	Материал	Размеры, мм		Масса, кг
			П	В	
1. Щит	Щ-1	Сталь дерево	500	500	11,8
	Щ-2		500	1000	21,6
	Щ-3		500	1500	31,5
	Щ-4		500	2000	41,9
	Щ-5		500	2500	49,5
	Щ-6		500	3000	61,0
	Щ-7		1000	1000	50,0
	Щ-8		1000	2000	98,2
	Щ-9		1000	3000	148
2. Стойка	С-1	Сталь	1000	2 уголка	11,4
	С-2		2000	80×50×4	22,9

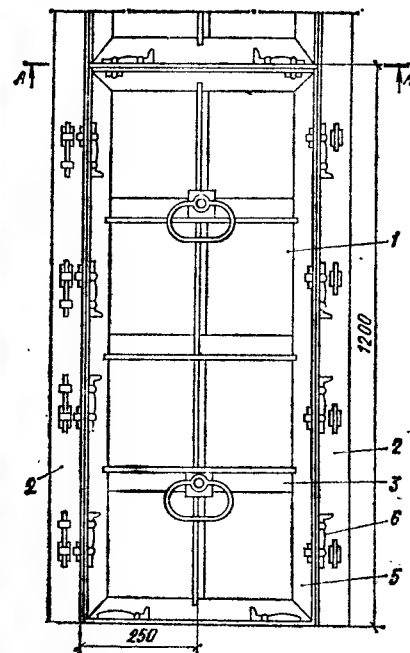


Рис. 1.3. Комбинированная щитовая опалубка для бетонирования колонны и стен жесткости в зданиях из сборно-монолитных конструкций

1 — палуба; 2 — приставной уголок; 3 — ребро жесткости; 4 — фиксатор; 5 — рама щита; 6 — клиновый замок

Каркас щитов выполнен из уголка 50×50×5 мм, палуба — из строганных досок толщиной 28 мм. Палубу собирают на гвоздях на обвязочной рамке, а затем болтами крепят к стальному каркасу.

Основным элементом, обеспечивающим собранной опалубочной форме жесткость и устойчивость, является стойка, выполненная из двух уголков 30×50×5 мм. Стойки соединяют со щитами при помощи штырей и шплинтов, а между собой — клиновыми запорами.

Щиты Щ-8 и Щ-9 рассчитаны на монтаж механизированным способом.

Комбинированная опалубка конструкции треста Мосоргпромстрой. Применяют для бетонирования металлических сборных и железобетонных колонн и для устройства стен жесткости в зданиях сборно-монолитной конструкции.

Каркас щитов изготовлен из уголков 50×50×5 или 63×40×5 мм (рис. 1.3). По периметру каркаса с лицевой стороны наращивают уголок 20×10×3 мм или 20×20×3 мм, который образует защитную обойму за-

подлицо с уголком. Ребра жесткости для щитов выполняются из уголков того же профиля, что и каркас.

Жесткость опалубки в вертикальной плоскости достигают приставными уголками $75 \times 75 \times 5$ мм, которые устанавливают на полную высоту бетонируемой конструкции.

Соединение щитов между собой и с приставными уголками осуществляют клиновыми замками. Клиновой замок состоит из металлического клина, постоянно и свободно закрепленного на ребре щита или на приставном уголке. В рабочем положении клин входит в петлю соседнего щита (уголка) и создает жесткое соединение.

При установке опалубки колонны сначала выставляют приставные уголки, к которым последовательно крепят щиты. Собранный форму центрируют относительно оси колонны с помощью резьбовых фиксаторов, которые ввертывают в гнезда труб, привариваемых к сердечнику колонны.

Система комбинированной опалубки конструкции треста Мосспецпроект (по лицензии французской фирмы «Церет» и «Юссон»), включающая несколько типов опалубки в зависимости от вида бетонируемых конструкций.

Мелкощитовая опалубка предназначена для бетонирования стен и фундаментов и имеет определенную номенклатуру конструктивных элементов (табл. 1.7).

Основной щит опалубки включает в себя металлический каркас коробчатого сечения из стали толщиной 5 мм и палубу, выполненную из бакелизированной фанеры толщиной 15 мм.

Опалубка укомплектована рабочими площадками, опорными элементами (укосинами) и анкерными устройствами для крепления опалубки к плите основания стен или фундамента.

Мелкощитовую опалубку можно собирать поэлементно на максимальную высоту 2,7 м и требуемую длину стены.

Щиты между собой соединяют металлическими пальцами цилиндрического сечения, имеющими прорезь для клина (рис. 1.4). Чтобы объединить все щиты, которые выставлены для бетонирования стены, объединяют в одну систему при помощи горизонтальных кружал, которые изготавливают в виде спаренных швеллеров (рис. 1.4, Б). Для устойчивости системы опалубки преду-

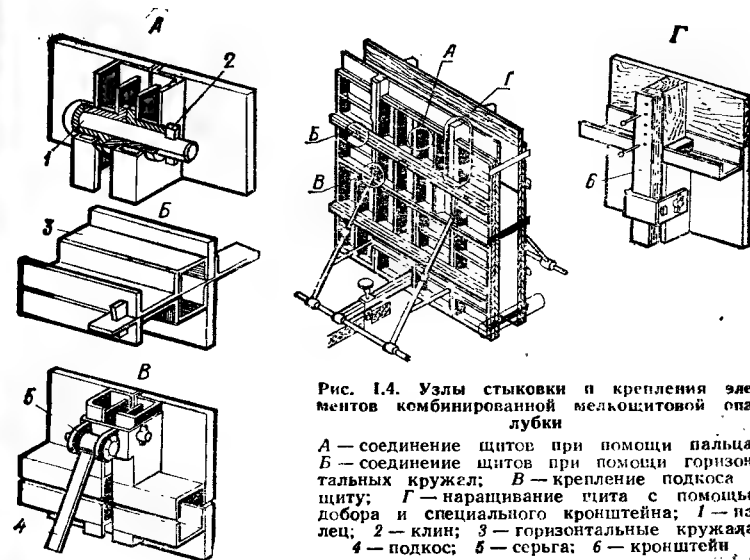


Рис. 1.4. Узлы стыковки и крепления элементов комбинированной мелкощитовой опалубки

А — соединение щитов при помощи пальца; Б — соединение щитов при помощи горизонтальных кружал; В — крепление подкоса к щиту; Г — наращивание щита с помощью добора и специального кронштейна; 1 — палец; 2 — клин; 3 — горизонтальные кружала; 4 — подкос; 5 — серьга; 6 — кронштейн

смотрены телескопические подкосы, которые крепят к щитам специальной серьгой (рис. 1.4, В). Если щиты по высоте не плотно подходят к горизонтальной конструкции или не достают по высоте меньше 0,6 м, то в системе опалубки используют кронштейн, при помощи которого можно нарастить щиты (рис. 1.4, Г).

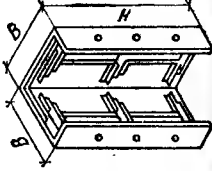
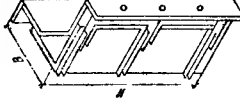
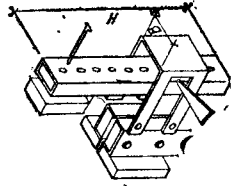
Для придания опалубке универсальности предусмотрены раздвижные угловые щиты внутренние и наружные.

Применение раздвижных угловых щитов позволяет перекрывать размерный модуль ширины щитов 300 мм, что обеспечивает бетонирование стены любой длины без применения индивидуальных доборов.

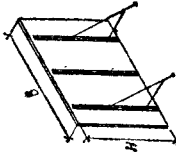
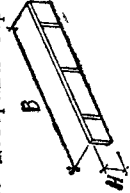
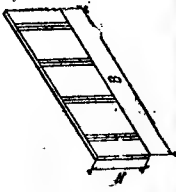
Крупнощитовая опалубка стен. Предназначена для бетонирования стен толщиной 100...600 мм больших поверхностей и имеет определенную номенклатуру конструктивных элементов (рис. 1.5, табл. 1.8).

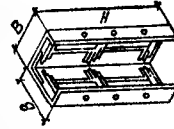
Основной щит крупнощитовой опалубки имеет металлический каркас коробчатого сечения с ребрами жесткости из стали. Ребра жесткости расположены горизонтально. Палуба выполнена из бакелизированной фанеры толщиной 15 мм. Конструкция щитов опалубки — самонесущая, выдерживающая давление укладываемой бетонной смеси, достигающее 60 Па. Для большей жестко-

1.7. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕЛКОШИТОВОЙ ОПАЛУШКИ СИСТЕМЫ МОСПЕЦПРОМПРОЕКТА

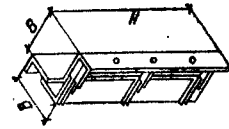
Элемент	Марка	Размер, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В		
1. Щит основной 	ОЩ-1	600	300	11,4	Образование поверхностей стен в помещениях
	ОЩ-2	900		14,8	
	ОЩ-3	1200		20,0	
	ОЩ-4	1500		25,8	
	ОЩ-5	1800	600	30,1	
	ОЩ-6	2400		39,1	
	ОЩ-7	600		17,5	
	ОЩ-8	900		22,0	
	ОЩ-9	1200		28,1	
	ОЩ-10	1500		36,9	
	ОЩ-11	1800		43,2	
	ОЩ-12	2400		55,5	
2. Щит раздвижной внут- реннего угла стены 	ЩРВ-1	300	500...800	8	Образование внутренних углов стен
	ЩРВ-2	600		11,8	
	ЩРВ-3	900		21,0	
	ЩРВ-4	1200		28,0	
	ЩРВ-5	1500		36,5	
	ЩРВ-6	1800		45,0	
	ЩРВ-7	2400		62,0	
3. Щит раздвижной наруж- него угла 	ЩРН-1	300	600...900	9,0	Образование наружных углов стен
	ЩРН-2	600		12,0	
	ЩРН-3	900		21,0	
	ЩРН-4	1200		29,0	
	ЩРН-5	1500	900...1200	48,0	
	ЩРН-6	1800		50,0	
	ЩРН-7	2400		64,0	
4. Кронштейн 	К-1	300	82	5,0	Использование в качестве индивидуальных доборов
	К-2	400		6,5	
	К-3	500		8,5	
	К-4	600		10,0	
	К-5	700		11,5	
	К-6	800		13,0	

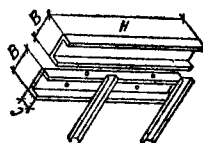
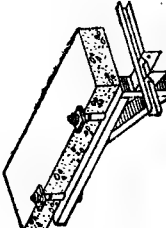
1.8. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРУПНОЩИТОВОЙ ОПАЛУШКИ СТЕН СИСТЕМЫ МОСПЕЦПРОМПРОЕКТА

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В		
1. Щит основной 	ОШК-1 ОШК-2 ОШК-3 ОШК-4 ОШК-5 ОШК-6	2700	600	225	Образование больших по- верхностей стен
			1200 2400 3600 4800 6000	414 644 930 1134 1338	
2. Щит доборный верхний 	ЩДВ-1 ЩДВ-2 ЩДВ-3 ЩДВ-4 ЩДВ-5	500	600	36,2	Расширение возможности бетонирования стен до вы- соты 3,6 м
			1200 2400 3600 4800	47,2 87,3 165,0 168,0	
3. Щит доборный нижний с опорными элементами 	ЩДН-1 ЩДН-2 ЩДН-3 ЩДН-4 ЩДН-5	1500	600	45,0	Образование поверхностей фундаментов и расширения возможности бетонирования стен до высоты 4,2 м
			1200 2400 3600 4800	140,0 270,0 490,0 504,0	

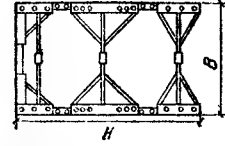
4. Щит угловой раздвижной
внутренний

ЩУВ-1 ЩУВ-2 ЩУВ-3 ЩУВ-4 ЩУВ-5	300 500 900 1500 2700	500...800	26,0 32,0 36,0 44,0 50,0	Образование внутренних уг- лов стен
ЩУН-1 ЩУН-2 ЩУН-3 ЩУН-4 ЩУН-5	300 500 900 1500 2700	600...1200	25,0 30,0 34,0 40,0 46,0	Образование наружных уг- лов стен

5. Щит угловой раздвижной
наружный

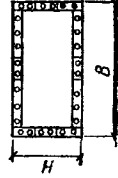
Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В		
6. Щит торцовый 	ЩТ-1	300	100	8,0	Образование торцов стен и пилостр
	ЩТ-2	500	150	10,0	
	ЩТ-3	900	200	16,0	
	ЩТ-4	1500	200	20,0	
	ЩТ-5	2700	200	23,0	
7. Кронштейн инвентарный 	K-1	2000	600	29	Крепление подвесных пилошадок и опалубочных щитов к плите перекрытия

8. Премообразователь



II-1	1500...2200	В-600...1600	48...84	Образование проемов входов и окон при бетонировании стен
II-2	200...600	200...1000	14...54	Образование проемов под сантехническое, электрическое и другое оборудование

9 Премообразователь технический



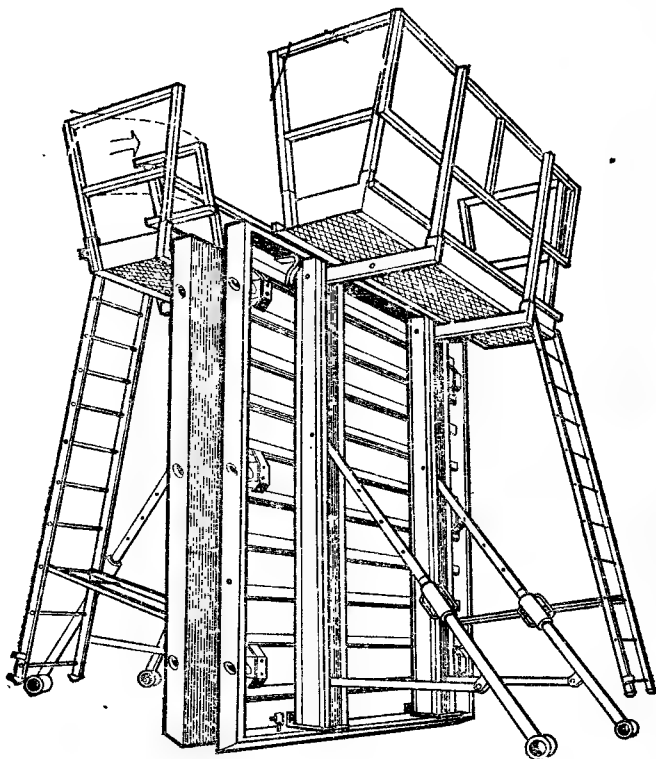


Рис. 1.3. Фрагмент смонтированной комбинированной крупнощитовой опалубки

сти щиты с наружной стороны имеют вертикальные металлические кружала.

Щиты между собой соединяют посредством конусных замков, которые жестко закреплены на каркасе. Наличие конусного соединения в блоке «винт-гайка» обеспечивает фиксацию положения щитов при бетонировании и выравнивание их в одной плоскости. Щиты выпускают укомплектованными аутригерами, анкерными балками, рабочими площадками и лестницами.

Фиксацию ширины бетонируемой стены осуществляют стяжками-распорками, которые представляют собой металлические стержни, с резьбой для наворачивания гайки-барашка. Для облегчения высвобождения из бетона их пропускают в поливинилхлоридные трубки. Чтобы придать крупнощитовой опалубке устойчивость, при-

меняют телескопические подкосы такой же конструкции, как и для мелкощитовой опалубки. В целях повышения производительности труда рабочих и в то же время уменьшения затрат тяжелого ручного труда при установке проемов в бетонных конструкциях в комплекте опалубки предусмотрены специальные проеомообразователи.

Опалубку крупнощитовую можно собирать на высоту 5,1 м, причем максимальная высота доборов, устанавливаемых ниже основного щита, не должна превышать $\frac{2}{3}$ высоты основного щита, а доборов, устанавливаемых выше основного щита, — не более $\frac{1}{3}$.

Крупнощитовая опалубка колонн. Предназначена для бетонирования колонн квадратного и прямоугольного сечения размером в плане от 200×200 до 1000×2000 мм и имеет определенную номенклатуру основных конструктивных элементов (табл. 1.9).

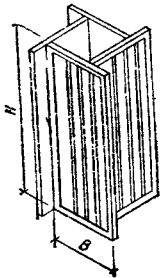
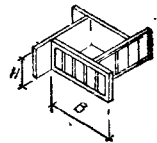
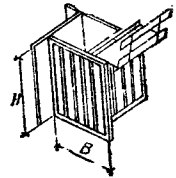
Основной щит крупнощитовой опалубки колонн имеет металлический каркас коробчатого сечения из стали толщиной 5 мм. Ребра расположены в продольном направлении. Палуба выполнена из бакелизированной фанеры толщиной 15 мм или стального листа.

Опалубка укомплектована рабочими площадками, опорными элементами (укосинами) и анкерными устройствами для крепления к плите основания.

Опалубку колонн можно собирать на максимальную высоту 5,1 м, причем максимальная высота нижних доборов не должна превышать $\frac{2}{3}$ высоты основного щита, а верхних доборов — $\frac{1}{3}$.

Сборку крупнощитовой опалубки колонн выполняют поэлементно. С каждой стороны проектируемой колонны устанавливают вертикальный щит с прикрепленными к нему горизонтальными схватками (кружалами). Для щита высотой 2,7 м на равном расстоянии друг от друга устанавливают четыре горизонтальных схватки, выполненные из двух швеллеров, между которыми закреплены на сварке выступающие по концам схваток косынки. Между собой схватки соединяют болтами, вставляемыми в прорезь на косынках. После монтажа щитов схватки должны быть расположены перпендикулярно друг другу в одной плоскости. Для придания устойчивого положения опалубки к выступающей части схватки крепят стойки и дополнительно устанавливают подкосы. Из сказанного выше видно, что сборка крупнощитовой опа-

1.9. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОМБИНИРОВАННОЙ КРУПНОЩИТОВОЙ ОПАЛУБКИ

Элемент	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
	Н	В		
1. Щит основной 	2700	1100	500	Образование поверхностей колонн квадратного и прямоугольного сечения высотой до 2,7 м
2. Щит доборный верхний 	500	1100	190	Образование поверхностей колонн прямоугольного и квадратного сечения высотой до 3,6 м
2. Щит доборный нижний 	1500	1100	250	Образование поверхностей колонн высотой до 4,2 м

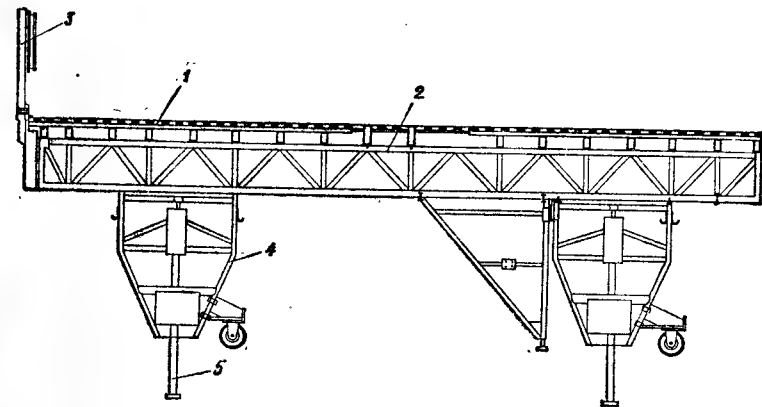


Рис. 1.6 «Столовая» опалубка, подготовленная для установки на перекрытие этажа
1 — опалубочный щит; 2 — ферма; 3 — ограждения; 4 — опора; 5 — выдвижная стойка опоры

лубки колонн отличается от известных способов тем, что для соединения щитов не применяют хомуты.

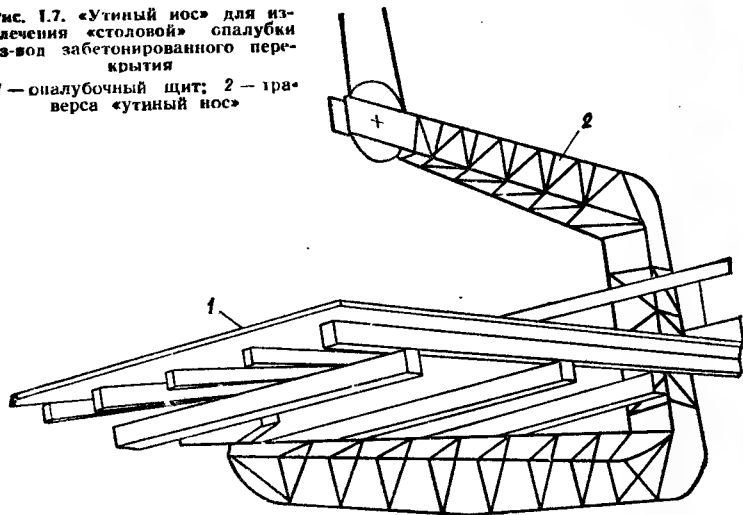
Крупнощитовая опалубка перекрытий (столовая). Опалубка, состоящая из так называемых «столов», предназначена для бетонирования перекрытий различной толщины. Термином «столовая» обозначена система опалубки, собираемая в укрупненные элементы, которые после бетонирования конструкции перекрытия снимают целиком и перевозят в таком виде на новое место. Отличительной особенностью опалубки является наличие комплектующих элементов — фермы диагональные, соединительные штанги, опоры (рис. 1.6). Это позволяет выполнять сборку опалубки в широком диапазоне габаритов: по длине — 2...12 м, ширине — 1...5,6 м, высоте — 1,75...10 м.

«Стол» представляет собой набор модульных унифицированных элементов, являющихся горизонтальными щитами опалубки. Они укреплены на поперечных рамах, объединенных с двумя продольными фермами в жесткую конструкцию.

Для возведения зданий определенной серии щиты опалубки можно собирать как на заводе-изготовителе, так и на стройке. В последнем случае сборку ведут на выровненных горизонтальных площадках с твердым покрытием.

Рис. 1.7. «Утиный нос» для извлечения «столовой» опалубки из-под забетонированного перекрытия

1 — опалубочный щит; 2 — траверса «утиный нос»



«Столовая» опалубка оборудована четырьмя опорными реечными домкратами, которые установлены по краям ферм. Шаг подъема домкрата позволяет выставлять опалубку на высоту до 540 мм. Плавное регулирование ширины стола в пределах 1 м осуществляют, используя выдвижные элементы опалубки. Отрыв опалубки от бетона выполняют при помощи зубчатых реек, смонтированных на ступенчатых рамах, позволяющих отводить опалубку на минимальное расстояние в 203 мм и на максимальное — 286 мм.

Максимальное давление, которое выдерживает «стол», составляет 800 Н/м². Предельная нагрузка на одну опору стола — 50 кН. Установку «столовой» опалубки на место бетонирования перекрытия осуществляют с помощью монтажного крана, для чего в элементах опалубки имеются специальные строповочные петли.

Столовую опалубку можно перемещать по перекрытию нижележащего этажа на колесах, которые прикреплены к реечным домкратам. При бетонировании конструкций зданий с замкнутыми вертикальными ячейками опалубку извлекают из-под выполненного перекрытия, при помощи специального такелажного приспособления «утиный нос» (рис. 1.7). Такое приспособление позволяет перемещать «столовую» опалубку в другую ячейку без ее демонтажа.

Внедрение в практику строительства оптимальных комплектов унифицированной разборно-переставной комбинированной опалубки позволяет:

- расширить объемно-планировочные и архитектурные решения типовых и уникальных зданий и сооружений;
- снизить сроки и стоимость возведения монолитных объектов из монолитного бетона;
- повысить производительность труда рабочих;
- улучшить качество и технологичность возведения объектов из монолитного бетона;
- увеличить срок службы и снизить металлоемкость технологической оснастки.

Инвентарная оснастка для разборно-переставной опалубки

Навесные рабочие площадки. Их используют в качестве навесных опорных подмостей для всех систем опалубки стен с высотой более 5,1 м.

Каркас площадок — металлический с деревянным настилом. Каждая площадка имеет пенал, где хранят паспорт площадки с ведомостью комплектующих ее элементов. Навесные площадки выполняют двух типоразмеров: 24×1530 мм и 3600×1530 мм с массой соответственно 337 и 508 кг. Навесные площадки имеют анкерные устройства для крепления их к стене и к перекрытию.

Для придания универсальности навесные площадки комплектуют площадкой для наружного угла. Применение последней позволяет устанавливать угловые щиты для бетонирования стен на высоте более 5,1 м, а для ремонта стен — на большей высоте.

Опорные металлоконструкции. Оснастка опалубочной системы имеет опорные металлоконструкции, которые служат для установки опалубки перекрытий, строительных лесов, а также для устройства эстакад.

Применяют два типа опорных конструкций: телескопические стойки и пространственные опоры.

Конструктивные и технологические особенности телескопических стоек описаны в гл. II.

Пространственная опора состоит из прямоугольных и круглых труб диаметром 40 мм (рис. 1.8). Требуемую высоту опоры получают путем стыкования унифицированных элементов. Нижний элемент с опорной плитой

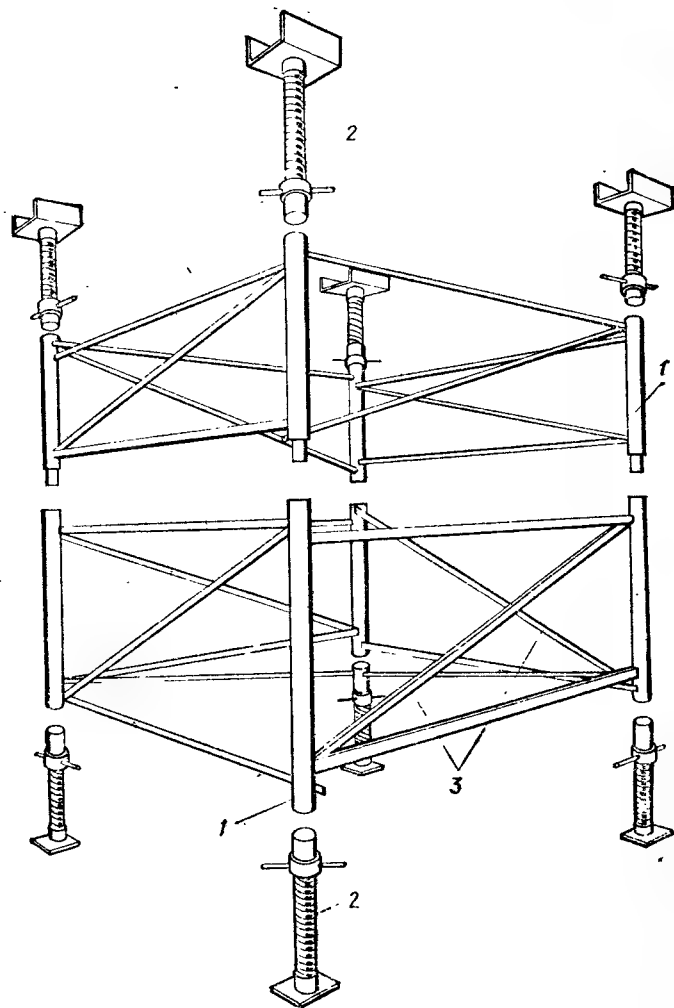


Рис. 1.8. Конструктивная схема пространственной опоры
1 — трубчатая стойка; 2 — домкрат; 3 — подкос

имет высоту 1600 мм, а остальные — 1100 мм; стойки опоры соединены крестовыми стяжками. Плавное регулирование высоты опоры выполняют верхними и нижними винтовыми домкратами в пределах 350 мм на каждый домкрат. Несущая способность каждой стойки оп-

ры при полностью выдвинутых домкратах составляет 33 кН, а при отсутствии поддомкрачивания — 45 кН.

Пространственные опоры позволяют бетонировать перекрытия на высоте до 10 м.

Деревянная опалубка

Конструктивные особенности деревянной опалубки. Деревянную опалубку, как правило, выполняют из щитов, масса и размеры которых допускают их установку и разборку вручную (звеном из двух плотников). Длина щитов не должна превышать 6 м, а масса — 70 кг.

Щиты в основном изготовляют из досок толщиной 19...25 мм, иногда 40...50 мм (рис. 1.9). Ширина досок должна быть не более 150 мм, так как более широкие доски сильно коробятся. Доски между собой соединяют сшивными планками из брусков, положенных на ребро, или из досок такой же толщины, что и щиты, уложенных плашмя. Гвозди забивают со стороны щита, обращенной к бетону. Длина гвоздей должна быть больше суммарной толщины доски и планки на 10...15 мм; концы гвоздей, выступающие из щита, загивают поперек планок. При сшивных планках из брусков длина гвоздей должна быть в 2,5...3 раза больше толщины досок щита. У этих щитов сшивная планка не воспринимает никаких нагрузок, последние передаются на кружала, ребра, хомуты и другие крепления. Длина планок должна быть на 10...15 мм меньше ширины щита, что облегчает установку и снятие смежных щитов.

Для увеличения числа оборотов деревянной опалубки рекомендуется применять крепление сшивных планок к щиту (кроме гвоздей) еще стальными полосами.

Опалубка ленточных фундаментов под стены зданий. При высоте фундаментов до 0,2 м опалубку для них выполняют из двух параллельных досок толщиной 40...50 мм. Доски удерживают в вертикальном положении кольями, забитыми в грунт, и распорками из брусков, вставляемыми между этими досками. При высоте фундаментов до 0,75 м, опалубку для них выполняют из щитов. Положение фундамента в плане фиксируют направляющими досками, закрепленными на грунте при помощи забитых кольев или на бетонной подготовке — при помощи деревянных пробок. Пробка состоит из обрезка доски, в который забиты гвозди длиной

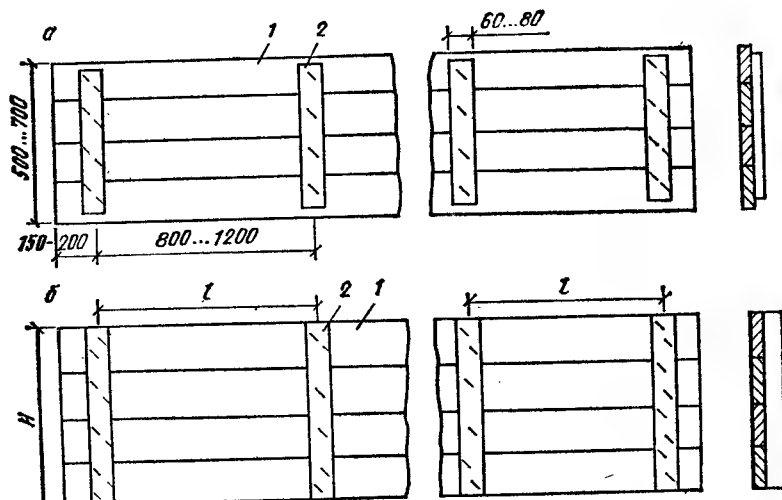


Рис. 1.9. Щитовая деревянная опалубка

а — для фундаментов, стен, колонн и плит перекрытий; *б* — для ленточных фундаментов, балок, прогонов и ригелей; 1 — палуба; 2 — сшивная планка; *l* — расстояние между сшивными планками (определяют расчетом)

80...10 мм примерно до половины их длины. Выступающие концы гвоздей (со шляпками) погружены в свежий бетон и при схватывании последнего прочно удерживают пробку от случайных сдвигов.

Если требуется бетонировать ленточные фундаменты высотой более 0,75 м, то опалубку выполняют так же, как для стен (см. ниже).

Опалубка стен и массивов. Опалубку стен выполняют в виде двух параллельных стенок из горизонтальных щитов (рис. 1.10) с расстоянием между ними, равным проектной толщине возводимой стены.

Сохранение проектной толщины стен обеспечивают установкой временных деревянных распорок между щитами, удаляемых по мере бетонирования. Вместо временных распорок можно применять полые бетонные бруски, надеваемые на стяжные болты. Схватки или ребра, через которые пропускают болты, рекомендуется выполнять из двух досок, соединенных деревянными прокладками на гвоздях.

Положение опалубки стены в плане обеспечивают установкой направляющих досок. Внутренняя (обращенная к бетону) кромка направляющей доски должна ле-

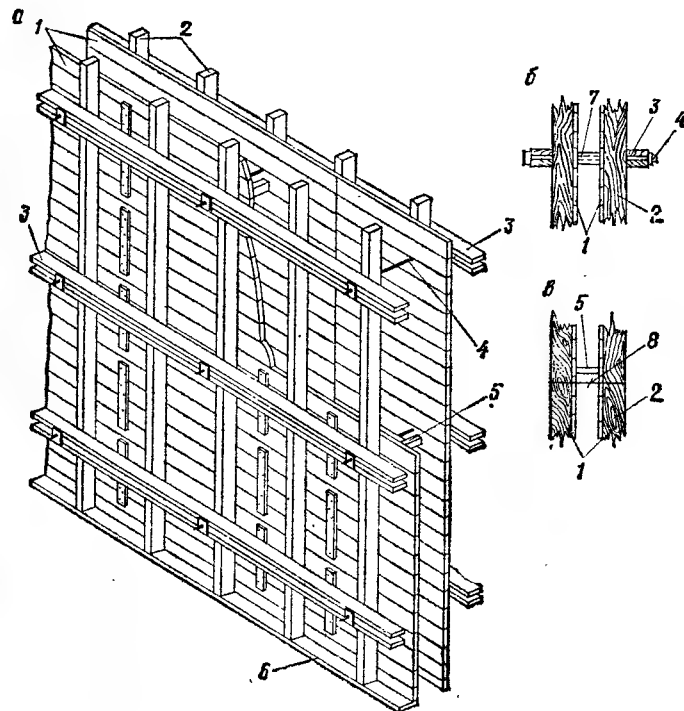


Рис. 1.10. Опалубка стен

а — общий вид; *б* — крепление щитов стяжным болтом; *в* — крепление щитов проволоочной стяжкой; 1 — щиты опалубки; 2 — ребра; 3 — схватки; 4 — болтовые стяжки; 5 — временная распорка; 6 — направляющая доска; 7 — распорка; 8 — проволоочная стяжка

жать в плоскости поверхности стены, а лицевая (также обращенная к бетону) поверхность щита должна совпадать с этой кромкой.

Вертикальность и поперечную устойчивость опалубки обеспечивают установкой подкосов через каждые 3...4 м по ее длине.

Опалубку массивов (фундаменты под тяжелое оборудование, промышленные печи и т. п.) устраивают так же, как опалубку стен. При ширине массива более 2 м горизонтальные стяжные болты заменяют наклонными тяжами, которые закрепляют анкерами, заложенными в нижележащие слои бетона.

Устройство гвоздевых соединений и стыков элементов опалубки. При разработке проектов деревянной опалуб-

ки должны быть продуманы конструкции гвоздевых соединений. На чертежах указывают число, размеры гвоздей и их расположение в узлах. Гвозди должны воспринимать нагрузки, передающиеся на узлы, но их число и размеры не следует завышать, потому что каждый лишний, как и слишком длинный или толстый гвоздь, затрудняет разборку опалубки, портит доски и тем самым снижает оборачиваемость ее.

Гвозди хорошо работают на срез, значительно хуже на выдергивание. Это свойство гвоздевых соединений надо использовать при конструировании узлов опалубки и лесов, а именно: при восприятии нагрузок необходимо, чтобы гвозди работали на срез, а при распалубливании — на выдергивание (рис. 1.11). Стрелками показаны усилия, возникающие вследствие бокового давления бетонной смеси. Эти усилия стремятся сдвинуть прижимную доску, чему препятствуют гвозди, работающие на срез. При снятии прижимной доски во время распалубливания гвозди работают на выдергивание, т. е. оказывают усилию рабочего наименьшее сопротивление. Монтажные гвозди, не воспринимающие расчетных нагрузок и служащие лишь для закрепления элементов опалубки, должны быть минимальных размеров; число их следует по возможности ограничивать. Всюду, где можно, монтажные гвозди следует забивать не полностью в доску, а оставляя зазор в несколько миллиметров между поверхностью доски и шляпкой гвоздя, что облегчает разборку опалубки.

За рубежом находят применение гвозди с двумя головками. Расстояние по стержню гвоздя от первой головки до второй составляет 25,4 мм. Первая головка позволяет гвоздю полностью войти в дерево, а вторая, выступая из поверхности древесины, позволяет легко вытащить гвоздь, когда опалубку разбирают.

При распалубливании часто вызывает затруднение неправильная конструкция стыков элементов опалубки. Это имеет место, когда щиты, примыкающие под углом, подводят вплотную друг к другу и скрепляют гвоздями (рис. 1.12,а). При этом щит, который надо снимать в первую очередь, зажат давлением бетона и закреплен гвоздями, работающими при распалубливании на срез. Торец щита непосредственно соприкасается с бетонной смесью, которая проникает в промежутки между волокнами древесины и, затвердевая, затрудняет отрыв щита.

Рис. 1.11. Работа гвоздей, закрепляющих прижимную доску

а — при восприятии усилия от бокового давления бетонной смеси; б — при распалубливании; 1 — оголовник стойки; 2 — прижимная доска; 3 — гвозди; 4 — боковой щит короба балки; 5 — днище короба. Стрелками показано направление действующих сил

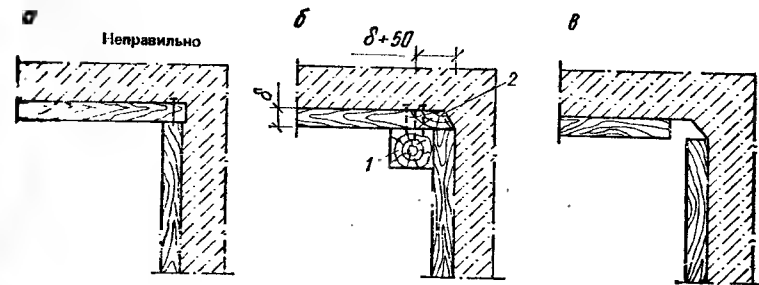
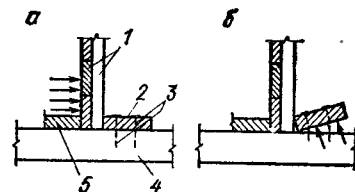


Рис. 1.12. Конструкция стыка щитов в углах

а — неправильная конструкция стыка; б — стык с применением закладной рейки со скошенной фаской; в — положение щитов после удаления бруска и рейки; 1 — брус; 2 — рейка

Кроме того, конец щита часто заходит на 1...2 см в бетон. Все это вызывает поломки щитов и большие затраты труда при распалубливании.

Стыки щитов в углах необходимо выполнять следующим образом (рис. 1.12,б). Один из щитов не доводят до перпендикулярной плоскости конструкции на длину, равную толщине палубы, а другой — на ту же длину плюс 50 мм. Вдоль торца этого щита (гвоздями, забитыми со стороны, обращенной к бетону) пришивают брус, выступающий за линию торца на 50 мм. К этому брусу (без прибавки гвоздями) прислоняют щит, торец которого располагают заподлицо с гранью бруска. Образованную между торцами щитов четверть закрывают рейкой со снятой фаской, которую двумя-тремя гвоздями длиной 50 мм прикрепляют к брусу. При распалубливании вначале удаляют брусок (при этом гвозди работают на выдергивание), затем рейку. В результате освобождают торцы обоих щитов, которые после снятия креплений свободно отходят от бетона (рис. 1.12,в). По этому принципу следует устраивать стыки коробов балок и прогонов с коробами колонны и между собой, стыки в углах пересечения стен, входящие углы в опалубке фундаментных массивов и др.

Опалубка прямоугольных колонн. Опалубку колонн выполняют в виде короба из двух пар щитов. Ширина закладных щитов равна ширине одной из сторон колонны, а накрывные щиты шире другой ее стороны на двойную толщину досок опалубки. По высоте щиты скрепляют минимальным числом монтажных гвоздей. Боковое давление бетонной смеси воспринимают хомуты, обжимающие короб. Если принять в среднем, что высота бетонируемой колонны 6 м, то максимальный шаг между хомутами, которые стягивают опалубку, должен быть 250 мм при толщине палубы 25 мм и 400 мм при толщине палубы 40 мм. Если высота колонны 3 м, то максимальный шаг между хомутами должен быть 350 мм при толщине палубы 25 мм и 550 мм при толщине палубы 40 мм.

Хомуты применяют стальные, а также деревянные с упорными планками, скрепляемые клиньями.

Ветви стальных хомутов имеют отверстия для скрепляющих клиньев, что позволяет применять их для колонн различных сечений. Внизу опалубки колонны в одном из накрывных щитов устраивают отверстие для прочистки короба. Перед бетонированием это отверстие закрывают дверкой, прибиваемой к коробу.

ГЛАВА 3. КРЕПЕЖНЫЕ И ОПОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНОЙ ОПАЛУБКИ

Воздействие бетонной смеси на опалубку

Свежеприготовленный бетон обладает свойствами как жидкого, так и твердого вещества, поэтому его обычно определяют как пластичный материал. С течением времени бетон теряет свою пластичность и переходит в твердое состояние. Способность переходить из полужидкого состояния в твердое является результатом двух процессов, происходящих внутри бетона.

Первый процесс включает схватывание и твердение цемента. После перемешивания составляющих он продолжается от 30 мин до нескольких часов, особенно при низкой температуре. Второй процесс — это развитие внутреннего трения между частицами заполнителей бетона, которое препятствует их свободному движению относительно друг друга.

Скорость перехода бетона из пластичного состояния в твердое в значительной степени влияет на боковое давление, оказываемое бетоном на опалубку, которое определяют главным образом следующие факторы: высота сбрасывания бетонной смеси, ее температура, плотность, способы уплотнения.

Данные, приведенные в табл. 1.10, позволяют наглядно представить, в какой степени может меняться давление смеси на опалубку.

1.10. ДАВЛЕНИЕ НА ОПАЛУБКУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ
БЕТОННОЙ СМЕСИ И СКОРОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ, ПА

Скорость бетонирования, м/ч	Температура бетонной смеси, °С						
	5	10	15	20	25	30	35
0,3	1830	1620	1470	1370	1280	1220	1180
0,6	2940	2500	2200	2000	1840	1710	1620
0,9	4040	3380	2940	2620	2390	2200	2060
1,2	5140	4260	3670	3250	2940	2950	2500
1,5	6240	5140	4410	3880	3490	3180	2940
1,8	7350	6030	5140	4510	4040	3670	3380
2,1	8450	6910	5880	5140	4570	4160	3820
2,4	8780	7180	6100	5340	4760	4300	3960
2,7	9140	7460	6330	5540	4430	4470	4100
3,0	9480	7730	6570	6570	5730	4620	4230

Зная из проекта организации опалубочных работ, какое боковое давление на опалубку допустимо, по табл. 1.10 можно определить, с какой скоростью подавать в опалубку бетонную смесь с учетом ее температуры.

Крепление опалубки

Внутренние крепежные элементы. В разборно-переставной металлической и комбинированной опалубке для восприятия бокового давления применяют болтовые стяжки. Стяжки пропускают через отверстия в палубе щитов и соединяют ими противостоящие ребра или схватки. Болтовые стяжки при распалубливании извлекают из бетона и могут повторно использовать. Для облегчения их извлечения на болты надевают отрезки трубок или полые бетонные бруски, одновременно служащие распорками для удержания стенок опалубки на проектном расстоянии. В стяжках может быть использован гладкий стальной стержень или отрезок арматуры.

ры периодического профиля. При использовании стяжки первого типа вводят стержень в отверстие, гаечным ключом крепят зажимы, затем закручивают гайки или стопорные винты (рис. 1.13). Для предотвращения сцепления стержня с бетоном стержень заключают в бумажную трубку. Применение в качестве инвентарных стяжек арматуры периодического профиля позволяет увеличить шаг их установки и тем самым снизить трудоемкость работ. Для закрепления стяжек в этом случае применяют замок с клиновидными запорами (рис. 1.14). Стяжку крепят с помощью неподвижного и подвижного сухарей, имеющих рисунок внутренней поверхности, соответствующий профилю арматуры. Обжатие, затяжку и освобождение стержня осуществляют с помощью клина.

Находят применение и другие типы стяжек, например катушки. Эти стяжки состоят из двух или трех параллельных отрезков круглой или полосовой стали, приваренных к гайкам. К концам стяжки приставляют деревянные конические пробки, через которые пропускают инвентарные винты, ввинчивая их в гайки до плотного прилегания головок к шайбам, установленным на щитах опалубки. При распалубливании в первую очередь вывинчивают винты, затем снимают щиты и удаляют конические пробки. Стяжки оставляют в бетоне. Образованные пробками углубления немедленно заделывают бетоном.

При возведении стен в деревянной опалубке могут быть применены стяжки из проволоки диаметром 3...6 мм в одну, две или три нитки. Обычно концы проволоки, образующих стяжку, обводят вокруг ребра или схватки и скручивают, отчего и сами стяжки часто называют «скрутками». Концы проволоочных стяжек по мере распалубливания обрезают заподлицо с поверхностью бетона. Это часто вызывает образование в последствии пятен ржавчины, выступающих сквозь штукатурку и краску. Поэтому деревянную неинвентарную опалубку с проволоочными стяжками можно применять в том случае, если к поверхности забетонированных стен не предъявляют высоких требований.

При опалубке из крупнопанельных щитов боковое давление бетонной смеси воспринимают, как правило, стальные тяжи.

При ширине массива до 3 м применяют горизонталь-

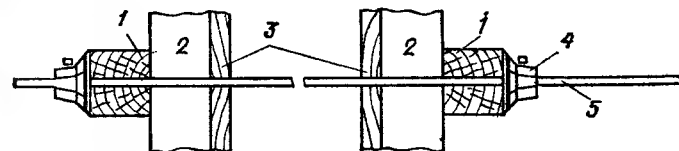


Рис. 1.13. Стяжка с гладким металлическим стержнем
1 — схватка; 2 — поперечная балка (ребро); 3 — палуба; 4 — аажим; 5 — гладкий стержень

Рис. 1.14. Замок крепления стяжек из арматуры периодического профиля

1 — опорная пластина; 2 — подвижный сухарь; 3 — клин; 4 — корпус; 5 — отверстие для пропуска стяжки; 6 — неподвижный сухарь

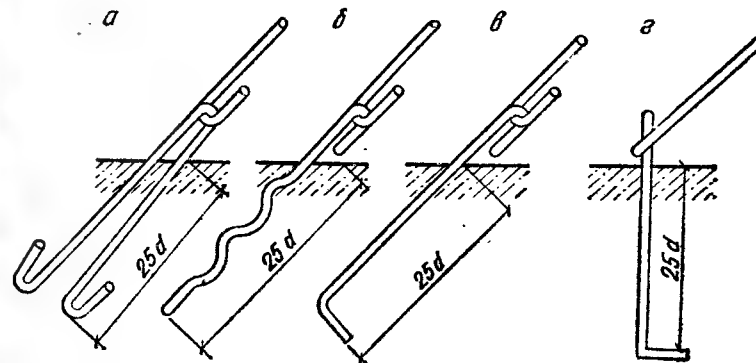
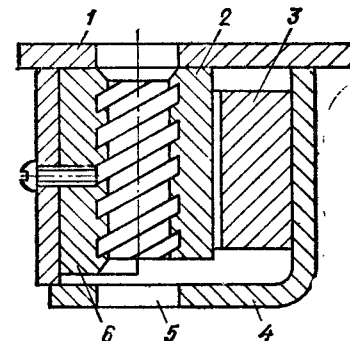


Рис. 1.15. Анкеры для закрепления наклонных тяжей
а — петля с крюком; б — змейка с крюком; в — наклонный загнутый стержень; г — вертикальный стержень с приваркой тяжа на месте; d — диаметр анкерного стержня

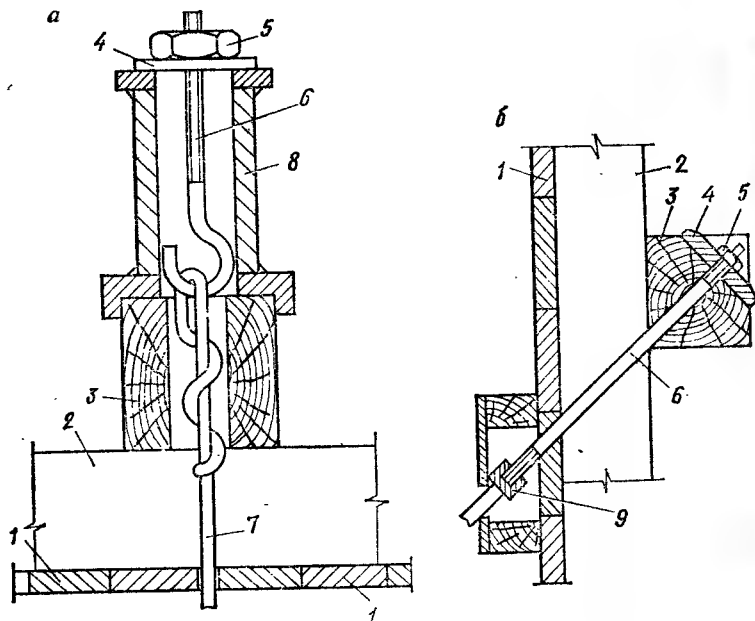


Рис. 1.16. Тяжи с коротышами

а — горизонтальный тяж с натяжным стаканом; *б* — наклонный тяж с приваренной муфтой; 1 — палуба щита; 2 — ребро; 3 — скватка; 4 — шайба; 5 — гайка; 6 — болт-коротыш; 7 — тяж без резьбы; 8 — натяжной стакан; 9 — приваренная муфта

ные тяжи, при большей ширине — наклонные. Последние закрепляют к анкерам (рис. 1.15), ранее закладываемым в бетон нижележащих конструкций, или приваривают к арматуре массива. После распалубливания тяжи оставляют в бетоне, что влечет за собой значительный расход стали. Для экономии стали рекомендуется выполнять тяжи из двух частей: короткого инвентарного съемного болта с нарезкой (коротышей) и основного тяжа без нарезки, остающегося в бетоне (рис. 1.16). Коротыш соединяют с основным тяжем или при помощи приваренной к последнему муфты, или крюком, осуществляя натяжение, и навинчивают на конец коротыша гайку. Основной тяж ввиду отсутствия нарезки может быть сделан из стали значительно меньшего сечения, чем коротыши. Боковое давление бетонной смеси может быть также воспринято подкосами, как в опалубке Мосспецпроект.

Общие сведения. Основным типом поддерживающих конструкций, которые находят широкое применение при опалубочных работах, являются поддерживающие леса. Приведенная нагрузка, воспринимаемая лесами, колеблется в широких пределах и при возведении пролетных конструкций эстакад может достигать 20...40 Н/м². Высота поддерживающих лесов может составлять от 8...10 м до нескольких десятков.

Деревянные леса конструкции ЦНИИОМТП. Стойки и прогоны лесов выполнены из брусков 100×100 мм, а связи — из досок 30×120 мм (рис. 1.17,а). Настилы инвентарные, изготовленные из досок толщиной 30 мм. Для опирания стоек, поддерживающих опалубку перекрытий или балок, используют «песочный цилиндр», представляющий собой стальной стакан с опорной плитой, который наполнен сухим песком (рис. 1.17,б). Поршень со специальными уплотнениями выточен из твердой древесины. Внизу в стакане имеются отверстия, закрываемые кольцевой диафрагмой. При необходимости диафрагму разворачивают таким образом, что отверстия в ней совпадают с отверстиями в стакане и песок высыпается. Это позволяет плавно производить раскруживание опалубки.

Наращивают стойки при помощи стальной муфты, снабженной стопорными винтами, которые фиксируют положение деревянных стоек и закрепляют инвентарные дощатые связи по двум направлениям. Связи, устанавливаемые на уровне стыка стоек, должны иметь заклинивающие приспособления.

Для сокращения расхода древесины и снижения трудоемкости работ используют инвентарные крепления деревянных элементов лесов (рис. 1.18).

Металлические трубчатые леса конструкции ЦНИИОМТП. Металлические трубчатые леса универсальны; основное технологическое достоинство — возможность в широком диапазоне изменять шаг и пролет в зависимости от нагрузок и других условий. Леса могут быть установлены на неспланированное основание (косогоры, откосы котлованов), с непрерывным или ступенчатым перепадом отметок.

Трубчатые линейные элементы соединены между собой инвентарными двухзахватными замками. Жесткое

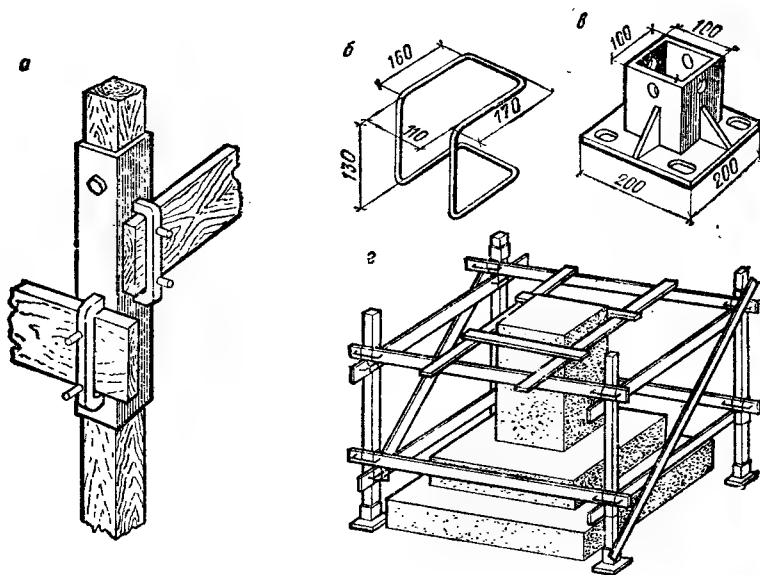


Рис. 1.17. Деревянные поддерживающие леса конструкции ЦНИИОМТП
а — узел крепления связей к стойкам в месте их стыковки; б — хомут для соединения стоек и связей; в — опорный башмак; г — общий вид поддерживающих лесов ступенчатого фундамента

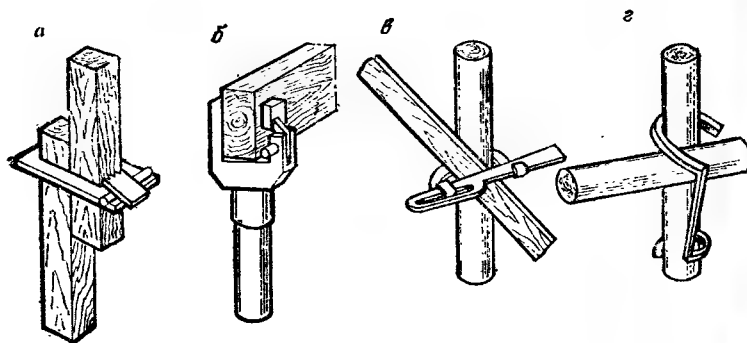


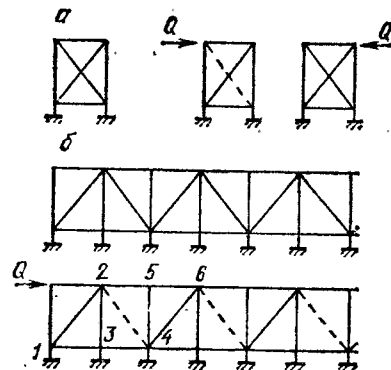
Рис. 1.18. Инвентарные приспособления для соединения деревянных элементов поддерживающих лесов

а — обойма для соединения деревянных стоек прямоугольного сечения с эксцентриковым запором; б — оголовки для крепления прогонов прямоугольного сечения; в — обойма для соединения стоек и связей; г — обойма для соединения элементов круглого сечения

соединение элементов, сопрягающихся под прямым углом, значительно повышает несущую способность пространственной системы лесов. Шарнирные замки позволяют соединять связи под любым углом.

Рис. 1.19. Расположение раскосов, раскрепляющих стойки лесов

а — крепление двух стоек крестом и схема работы раскосов под действием горизонтальных усилий; б — крепление ряда стоек раскосами, наклоненными в разные стороны, и схемы работы наклонных раскосов под действием горизонтальных усилий. Пунктиром показаны неработающие раскосы



Поэтажные леса. Расстояния между стойками поэтажных лесов указывают в проекте опалубки. Стойки высотой более 3 м должны быть расшиты горизонтальными расшивками в двух взаимоперпендикулярных направлениях. Диагональные расшивки (раскосы) устанавливают по периметру здания или сооружения и внутри него — через один или два ряда стоек. Расстояние между горизонтальными расшивками для удобства их установки принимают 2 м.

Диагональные расшивки обычно не несут расчетных нагрузок; их число и расположение определяют из соображений устойчивости и геометрической неизменяемости лесов. Стойки, соединенные только горизонтальными расшивками, представляют собой геометрически изменяемую систему (такие леса могут перекошиться). Для приведения системы лесов в «треугольную связь», что обеспечивает ей геометрическую неизменяемость, служат раскосы. Раскосы, которые, как правило, устраивают из досок толщиной 19...25 мм или из круглой стали, могут воспринимать лишь растягивающие усилия.

При наличии в лесах двух стоек их необходимо расшивать крестом (рис. 1.19, а), потому что каждый из раскосов воспринимает горизонтальное усилие только одного направления. Ряд стоек раскрепляют одиночными раскосами, располагаемыми с наклоном в разные стороны поочередно (рис. 1.19, б). В этом случае угол 123 неизменяем как относящийся к неизменяемому треугольнику, а угол 234 неизменяем как смежный с ним; то же относится к углам 254 и 456.

Двойные раскосы (кресты) следует ставить в край-

них ячейках, а при длинных рядах стоек, кроме того, — в одной или двух промежуточных ячейках. Кресты ставят также по обеим сторонам ячейки, которую оставляют свободной для образования прохода, так же определяя положение раскосов, если их располагают в несколько рядов по высоте. Угол наклона раскосов к горизонту следует принимать 40...50°.

Стыки высоких стоек располагают в местах пересечения последних с горизонтальными расшивками, что предохраняет стыкуемые части стоек от случайных боковых смещений. В проекте лесов предусматривают возможность плавного раскручивания конструкций, для чего стойки, воспринимающие вертикальные нагрузки, снабжают парными клиньями, домкратами, песочными цилиндрами или иными приспособлениями.

Позэтажные леса (высотой до 6 м), поддерживающие опалубку железобетонных перекрытий или другие конструкции в многоэтажных (многоярусных) сооружениях, устанавливают на спланированную грунтовую площадку, бетонную подготовку или готовые железобетонные конструкции на высоту одного этажа (яруса). Леса для опалубки расположенных выше этажей или ярусов устанавливают по мере твердения бетона нижележащей конструкции. При этом должны быть выполнены следующие требования: стойки в вышележащих этажах (ярусах) необходимо устанавливать строго по одной оси со стойками нижележащих этажей с тем, чтобы воспринимаемые ими нагрузки не передавались на свежесозабетонированные и еще не окрепшие конструкции; если такая расстановка стоек почему-либо окажется невозможной, необходимо стойки вышерасположенных этажей устанавливать на прочные подкладки, способные передать нагрузку на нижележащие стойки. Под ряды стоек должны быть уложены строго горизонтально лаги из толстых досок или лежней, но не подкладки под отдельные стойки.

В позэтажных лесах следует использовать раздвижные стойки, с тем, чтобы их можно было применять при различной высоте этажей (или ярусов) и различной высоте поддерживаемых стойками конструкций (балок, прогонов и т. п.). Рекомендуются следующие типы раздвижных стоек:

стальные телескопические стойки трубчатого сечения системы ЦНИИОМТП (см. табл. 1.2);

стойки смешанной конструкции системы треста «Строитель», (Главмосстрой).

Последние состоят из стальной базовой части — стакана, сваренного из уголков, и выдвижной деревянной штанги с оголовником. Стакан внизу снабжен домкратом для плавной рихтовки стойки. Шаговую рихтовку осуществляют перестановкой стального вкладыша, вставляемого в вырезы уголков стакана, расположенные через 100 мм.

Сквозные леса. Они поддерживают опалубку перекрытий или других конструкций, расположенных на высоте более 6 м в тех случаях, когда эта опалубка не может быть подвешена к несущим конструкциям сооружения. Такие леса, как правило, возводят на всю высоту сооружения. Они состоят из стоек, раскрепленных горизонтальными и диагональными расшивками, и имеют настилы, служащие рабочим местом для опалубщиков и других рабочих. Сечение стоек (а при заданных сечениях — расстояния между ними) определяют расчетом. Как и позэтажные, сквозные леса обычно устраивают из готовых инвентарных элементов, в частности используют составные опоры решетчатой конструкции (см. табл. 1.2, эскиз 6). Так как эти опоры не имеют приспособлений для плавного изменения высоты, верхнее звено устраивают из стоек трубчатого сечения, как в конструкции опалубки системы ЦНИИОМТП.

Собранные опоры раскрепляют инвентарными связями у мест стыков отдельных стоек. Соединение связей и опор осуществляют на болтах.

ГЛАВА 4. МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНОЙ ОПАЛУБКИ

Устройство опалубки ступенчатых фундаментов под каркас зданий и фундаментов под технологическое оборудование

Общие сведения

Для упрощения и ускорения процесса монтажа разборно-переставной опалубки, а также для повышения точности установки разработан ряд приемов, которые в основном сводятся к тому, чтобы выверку каждого элемента в отдельности заменить точной установкой не-

большого числа элементов, служащих направляющими для остальных.

Ступенчатые фундаменты по особенностям технологии производства опалубочных работ можно разделить условно на три группы.

Первую группу составляют фундаменты неглубокого заложения объемом до 5 м^3 с размером нижней ступени в плане не более $3000 \times 3000 \text{ мм}$.

Глубина заложения фундаментов, как правило, 1,5...2 м. Высота ступеней фундаментов составляет 300...400 мм, а число ступеней редко превышает две.

Вторая группа — фундаменты объемом 12...15 м^3 . Размеры нижней ступени в плане достигают $4500 \times 4500 \text{ мм}$, а число ступеней — 3. Глубина заложения фундаментов может быть различной, но в большинстве случаев составляет 4...5 м, поэтому высота подколони-ков равна 2,5...3,5 м.

К третьей группе ступенчатых фундаментов относят тяжелые фундаменты под каркас зданий прокатных цехов, сборочных цехов машиностроительной промышленности, технологических этажерок нефтехимической промышленности и другие сооружения. Их объем достигает 60...80 м^3 , размер нижней ступени в плане $8000 \times 8000 \text{ мм}$, общая высота — 14...16 м. Число ступеней — 4...5, а их высота 500...600 мм.

Сборка опалубки ступенчатых фундаментов объемом до 5 м^3 . Сначала раскладывают и устанавливают в проектное положение щиты нижней части короба фундамента. Затем соединяют между собой щиты каждой панели с помощью болтов или клиньев-шпонок. В углах панели соединяют между собой болтами или накладками.

Способ соединения выбирают в зависимости от варианта раскладки панелей. Возможны три таких варианта:

а) каждая панель короба точно соответствует по длине грани фундамента (рис. 1.20). В этом случае панели соединяют болтами, под головками которых размещают угловые вставки-бруски или стойки из угловой стали;

б) две противоположные панели точно соответствуют по длине граням фундамента, а длина двух других панелей несколько превышает требуемую. В этом случае панели соединяют болтами, пропущенными через палубу, или специальными накладками, размещаемыми сверху на ребрах (рис. 1.20,б);

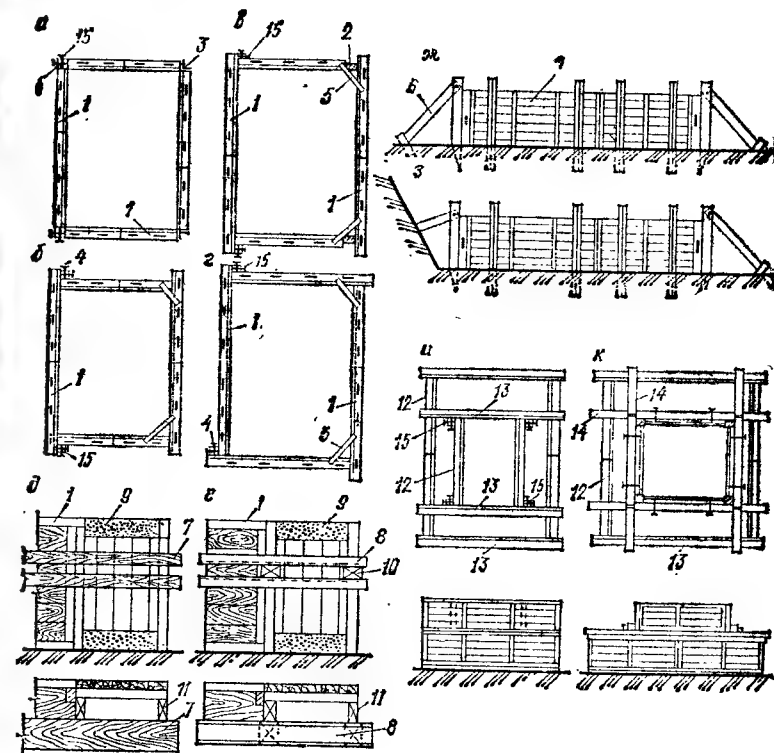


Рис. 1.20. Сборка разборно-переставной опалубки ступенчатого фундамента
а — раскладка щитов нижнего короба, когда длина опалубочных панелей соответствует длине граней фундамента; б — то же, когда две грани фундамента соответствуют по длине панелям; в — то же, когда длина всех панелей не соответствует длине граней фундамента (вариант раскладки панелей «в мельницу»); г — то же, когда длина только панелей не соответствует длине граней (вариант с использованием нивентарных доборов); д — крепление доборов к деревянным схваткам; е — крепление доборов к стальным балкам; ж — схема крепления щитов нижнего короба (вариант фундамента, расположенного внутри сооружения, т. е. на средних осях); з — схема крепления щитов нижнего короба (вариант фундамента, расположенного по крайнему ряду сооружения, т. е. по крайней оси); и — схема крепления опалубочного короба второй ступени при опирании накрывных щитов непосредственно на нижний короб; к — опирание опалубочных щитов второй ступени при опирании непрерывных щитов на нижний короб через балки; 1 — щит; 2 — добор; 3 — монтажный уголок; 4 — монтажный брусок; 5 — монтажная планка; 6 — подкос; 7 — деревянная схватка; 8 — стальная схватка; 9 — добор; 10 — бобышка; 11 — ребро добора; 12 — закладной щит; 13 — накрывной щит; 14 — поддерживающая балка; 15 — монтажный гвоздь

в) ни одна из панелей не соответствует по длине грани фундамента. Если они все больше требуемого размера, то раскладку панелей осуществляют как показано на рис. 1.20,в; если же две панели короче грани фунда-

мента, а две длиннее, используют схему, показанную на рис. 1.20,г. Поверхность, не перекрытую щитами, закрывают доборами (рис. 1.20,д,е). Схватки со щитами соединяют натяжными крюками. В местах пересечений схватки соединяют болтами. Устанавливают подкосы.

Если применяют деревянные подкосы (рис. 1.20,ж), то для их крепления в грунт забивают якоря. В опалубке фундаментов, примыкающих к откосу котлована, вместо деревянных подкосов устанавливают деревянные распорки (рис. 1.20,з).

Для удержания щитов в вертикальной плоскости при устройстве опалубки для фундаментов могут найти применение металлические подкосы системы Мосспецпром-проекта (см. рис. 1.5).

Если высота нижнего короба опалубки равна высоте нижней ступени фундамента, а две грани второй ступени кратны длине инвентарных щитов, сборку верхнего короба начинают с установки его непосредственно на нижний короб (рис. 1.20,и) и закрепления его стробцами накрывных щитов или панелей. Болтами, пропускаемыми через палубу, к ним крепят отдельные щиты или целые панели.

Затем при помощи натяжных крюков устанавливают схватки, соединяют панели верхнего короба между собой стяжками. На каждую пару панелей требуется минимум по две стяжки.

Когда нижний короб выше нижней ступени фундамента или размеры второй ступени фундамента не кратны длине щитов, сборку верхнего короба начинают с установки на нижний короб рамы из поддерживающих балок (рис. 1.20,к). В качестве балок используют инвентарные схватки. На поддерживающие балки навешивают инвентарные щиты при помощи натяжных крюков. Соединяют щиты верхнего короба между собой в углах болтами или с помощью шпонок. Панели короба соединяют стяжками и раскрепляют дополнительными распорками. Если применяют опалубочные щиты системы Минмонтажспецстроя СССР, то вместо распорок используют опорные консоли. Распорки и опорные консоли можно ставить после окончания бетонирования нижней ступени фундамента.

Для дальнейших работ размещают на нижнем коробе временные рабочие настилы, с которых ведут монтаж опалубки третьей ступени фундамента (если она есть)

или опалубку стакана, а также устанавливают кондукторы и анкерные болты. Опалубку третьей ступени фундамента устанавливают в той же последовательности, что и опалубку второй ступени. Затем к верхнему коробу прикрепляют стробцами опалубку стакана, высверлив ее по осям и отметкам. Таким же образом закрепляют кондукторы анкерных болтов. При наличии подколонтников монтаж их опалубки начинают с установки монтажных уголков. Угловые щиты крепят к нижним схваткам натяжными крюками, а между собой и с монтажными уголками соединяют пружинными скобами.

Сборка опалубки ступенчатых фундаментов объемом до 15 м³. Применяют стальную или комбинированную опалубку конструкции ЦНИИОМТП. Монтаж такой разборно-переставной опалубки выполняют в следующем порядке.

Устанавливают и закрепляют с помощью монтажных уголков угловые щиты нижних коробов опалубки, противостоящие по диагонали фундамента. Пружинными скобами или крюками к смонтированным щитам крепят рядовые щиты нижнего короба. Затем на панели короба опалубки нижней ступени при помощи натяжных крюков устанавливают схватки. При высоте опалубки 500...600 мм их устанавливают в два ряда. Если устройство доборов по месту в нижней ступени нежелательно из-за значительного их объема, часть щитов устанавливают вертикально, начиная с любого угла фундамента.

Собранный короб рихтуют строго по осям. Панели короба (при длине более 3000 мм) соединяют стяжками диаметром 4...10 мм, минимум по две на каждую пару панелей. Стяжки закрепляют клиновыми зажимами. В основание фундамента забивают деревянные якоря, удерживающие нижний короб. На ребра щитов нижнего короба наносят риски, фиксирующие положение щитов второй ступени, затем, отступив от рисков на расстояние, равное толщине щита, устанавливают инвентарные поддерживающие балки, выполненные из швеллера № 16 (при небольших пролетах в качестве балок используют схватки нижнего короба). Поддерживающие балки закрепляют на нижнем коробе с помощью стробцин и устанавливают на них схватки, соединяя друг с другом. На схватки навешивают щиты второй ступени,

скрепляют их натяжными крюками и соединяют пружинными скобами или крюками. Затем к деревянным пробкам, которые забивают в стальные схватки, крепят доборы по месту. Собранный верхний короб рихтуют по осям. Противоположные панели верхнего короба соединяют стяжками. На нижний короб устанавливают временные рабочие настилы, с которых собирают опалубку следующей ступени фундамента, подколонника и стакана, а также кондукторы для анкерных болтов.

Сборку опалубки подколонника выполняют так же, как и для фундаментов первой группы, т. е. монтаж начинают с установки монтажных уголков и угловых щитов. Щиты крепят к нижним схваткам натяжными крюками, а между собой и с монтажными уголками соединяют пружинными скобами. Затем при необходимости на щиты подколонника при помощи натяжных крюков навешивают схватки и устраивают опалубку второго яруса.

На верхнем коробе опалубки подколонника при помощи струбцин устанавливают и закрепляют опалубку стакана или кондукторы для анкерных болтов. Сборку опалубки ступенчатых фундаментов объемом до 15 м³ выполняет звено из двух опалубщиков 4- и 2-го разрядов.

Сборка опалубки для ступенчатых фундаментов объемом до 80 м³. Ее можно выполнить следующими способами.

1. С помощью поддерживающих лесов. Деревянную опалубку устанавливают в несколько приемов по мере бетонирования фундамента с тем, чтобы опалубка второй и последующих ступеней и опалубка подколонника опирались на схватившийся и набравший определенную прочность бетон нижних ступеней. Опалубку необходимо раскреплять подкосами и расчалками. Для сборки опалубочных форм используют громоздкие поддерживающие леса, на которые расходуется обычно $\frac{2}{3}$ всех пиломатериалов и приходится не менее 50 % трудовых затрат.

2. Без поддерживающих лесов, используя несущие балки. В этом случае применяют инвентарную комбинированную или стальную опалубку. Процесс сборки проходит в следующем порядке. На спланированной грунтовой площадке собирают нижний короб из несущих балок, на которые навешивают щиты при помощи

натяжных крюков. На ребра щитов короба наносят клеевой краской риски, обозначающие положение осей. Собранный короб опалубки нижней ступени устанавливают, используя универсальную траверсу, на подготовленное основание фундамента. Противоположные панели второго и последующих коробов соединяют стяжками и закрепляют их клиновыми зажимами. Число стяжек определяют расчетом. На каждую пару панелей короба должно приходиться не менее двух стяжек.

Если высота ступеней фундамента больше 500 мм, опалубочные короба вышерасположенных ступеней устанавливают на прокладки, прикрепленные к несущим балкам нижнего пояса.

Щиты первого яруса подколонника крепят к балкам натяжными крюками, между собой — пружинными скобами. Затем устанавливают монтажные уголки и соединяют их со щитами также пружинными скобами или крюками, после чего устанавливают щиты второго яруса. При помощи натяжных крюков закрепляют схватки, устанавливают стяжки и закрепляют их клиновыми зажимами.

На ребра щитов подколонника клеевой краской наносят риски, обозначающие положение осей. Собранный подколонник устанавливают на балки короба опалубки верхней ступени фундамента. На щиты опалубки навешивают рабочие площадки и стремянки, а также закрепляют легкие закладные детали. Тяжелые закладные детали крепят к арматурному каркасу подколонника. Кондукторы для анкерных болтов или гнездообразователи устанавливают и закрепляют на опалубке подколонника струбцинами.

Сборку опалубки больших ступенчатых фундаментов выполняют обычно два звена. Каждое звено состоит из двух опалубщиков (4- и 2-го разрядов) и одного стропальщика 2-го разряда.

При использовании стальной опалубки системы Минмонтажспецстроя СССР сборку формы для ступенчатых фундаментов выполняют в следующем порядке.

Используя угловые стойки, собирают угловые щиты нижнего короба опалубки. Щиты и стойки соединяют пружинными скобами. При помощи таких же скоб к смонтированным щитам присоединяют остальные щиты. При этом стержень-палец скобы вводят в отверстие

каркаса щитов, а затем, поворачивая на 90° противоположный пальцу конец скобы, натягивают его на полки каркаса, плотно сжимая их. При этом палец воспринимает срезающие, а пружина — растягивающие усилия. Скобы ставят не реже чем через 375 мм друг от друга и не менее двух на каждую сторону щита. В местах действия значительных изгибающих моментов число скоб определяют расчетом.

Собранный короб опалубки нижней ступени выверяют по осям и закрепляют на основании деревянными или стальными якорями. Противоположные панели короба соединяют между собой стяжками, пропускаемыми через отверстия в щитах. К нижнему коробу опалубки при помощи пружинных скоб крепят опорные консоли, которые обеспечивают образование уступов опалубки шириной 300...750 мм. Предельную нагрузку на опорные консоли определяют исходя из максимального допустимого опорного момента, равного 4500 Н·м. При ширине уступов 300 мм вес опалубки верхних коробов может составлять 9000 кг, а при ширине 750 мм — 3600 кг. Если полный вес опираемой на консоли опалубки выше предельно допустимого, верхние короба опалубки либо собирают не полностью (не на всю высоту), либо по мере бетонирования фундамента; при этом нагрузки передаются непосредственно на бетон.

К опорным консолям крепят пружинными скобами щиты короба второй ступени. Поскольку опорные консоли жестко соединены с нижним коробом, рихтовать опалубочные короба второй и последующих ступеней нет необходимости. Но это, в свою очередь, требует весьма тщательной выверки короба нижней ступени не только по осям, но и по горизонтали.

Опалубку подколонтника собирают так же, как и ступенчатой части фундамента, но над опорными консолями в углах опалубочной формы устанавливают угловые стойки. Боковое давление бетонной смеси воспринимают тяжи, проходящие через отверстия в щитах. Все неиспользованные отверстия закрывают деревянными планками. На собранную опалубочную форму устанавливают навесные площадки, закладные детали, кондукторы для анкерных болтов, пустотообразователи. Сборку опалубки выполняет звено из двух или трех рабочих 4- и 2-го разрядов.

Устройство опалубки ленточных фундаментов

Для устройства ленточных фундаментов из монолитного железобетона в основном применяют инвентарную опалубку конструкции ЦНИИОМТП, Приднепровского Промстройпроекта или треста Тагилстрой.

Технология сборки опалубки этих типов следующая (рис. 1.21).

Устанавливают маячные щиты опалубки по обе стороны фундамента через 3...4 м. Шаг маячных щитов должен быть кратным ширине или длине применяемых щитов. Закрепляют маячные щиты временными подкосами и распорками, и соединяют со схватками натяжными крюками. Устанавливают инвентарные подкосы с винтовыми домкратами. Маячные щиты соединяют стяжками, которые закрепляют клиновыми зажимами.

Все остальные щиты прикрепляют к схваткам натяжными крюками и соединяют пружинными скобами или крюками. После установки нескольких щитов (общей длиной 2...3 м) на них навешивают схватки и ставят инвентарные подкосы. Соединяют опалубочные панели стяжками, закрепляемыми клиновыми зажимами, и устанавливают временные распорки.

Кроме прямоугольных ленточных фундаментов в строительстве широко находят применение ленточные фундаменты ступенчатого сечения. Технология монтажа опалубки для таких фундаментов имеют две традиционные схемы.

Схема I. Собирают опалубку нижней ступени и бетонируют фундамент. Затем на затвердевший бетон ставят опалубку второй ступени.

Схема II. Собирают опалубку на всю высоту фундамента (см. рис. 1.21,б). Монтаж опалубки ведут в следующем порядке.

Устанавливают опалубку нижней ступени и на ее щиты укладывают через 3...3,6 м железобетонные перемычки сечением 100×140 мм на щиты нижней ступени. Для обозначения положения внутренней поверхности опалубки второй ступени на железобетонные перемычки наносят риски. Устанавливают нижние схватки опалубки второй ступени, отступив от рисков на расстояние, равное толщине щита. На нижние схватки навешивают щиты второй ступени и закрепляют их натяжными крюками. Щиты между собой соединяют пружинными ско-

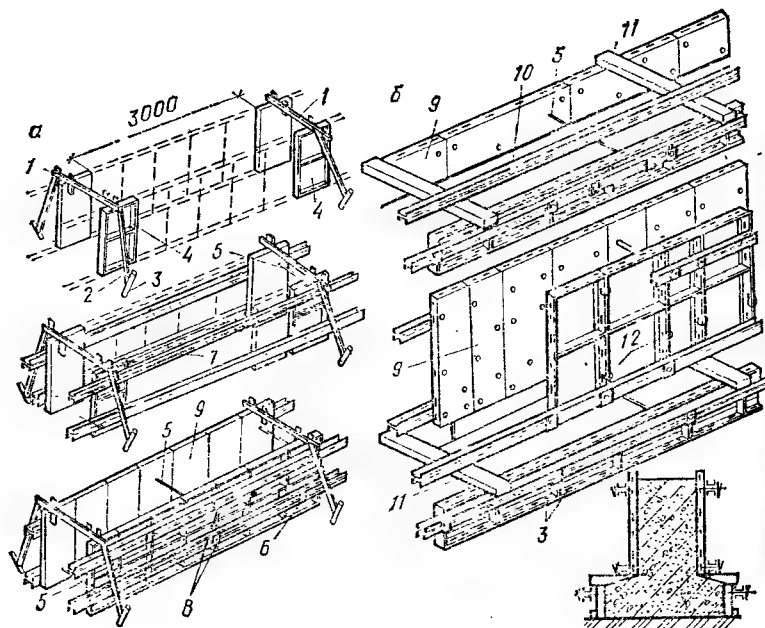


Рис. 1.21. Порядок сборки опалубки ленточных фундаментов

а — прямоугольного поперечного сечения; б — таврового поперечного сечения; 1 — временные распорки; 2 — подкос; 3 — якорь; 4 — маячные щиты; 5 — стяжка, 6 — натяжные крюки; 7 — схватки; 8 — клиновые зажимы; 9 — инвентарные щиты; 10 — схватка второй ступени; 11 — перемычка; 12 — замки

бами, кляммерами или шпонками. Устанавливают через 3...4 м временные распорки опалубки второй ступени и закрепляют второй ряд схваток натяжными крюками. Противоположные стенки опалубки второго яруса соединяют между собой стяжками с клиновыми зажимами.

Сборку опалубки ленточного фундамента выполняют звено из двух опалубщиков: 4- и 2-го разрядов. Установку опалубки высоких фундаментов выполняет звено из четырех человек (основных рабочих). Щиты и элементы крепления подносят и раскладывают у бровки котлована подсобные рабочие перед началом монтажа.

Устройство опалубки ленточных фундаментов значительной протяженности ведут отдельными захватками.

Устройство опалубки стен

Для устройства опалубки стен применяют два типа разборно-переставной опалубки: стальную и комбинированную.

Опалубку собирают в следующем порядке.

Выставляют маячные стойки по обе стороны стены и раскрепляют их временными распорками — стяжками и подкосами. При высоте стен более 3 м одновременно с маячными стойками ставят и крепят к ним трубчатые леса-подмости (обычно только с внутренней стороны).

На маячные стойки при помощи болтов навешивают схватки, к которым на высоте 1...1,5 м в зависимости от толщины стены крепят натяжными крюками щиты.

По мере установки щитов опалубочные плоскости соединяют стяжками с клиновыми зажимами или инвентарными болтами, которые пропускают через трубки или полые бетонные вкладыши-распорки. С переносных стремянок или подмостей устанавливают щиты опалубки со стороны, противоположной лесам-подмостям. По мере установки щитов укрепляют закладные детали и выгородки.

При демонтаже опалубки стен и лесов подмостей последовательно снимают: подкосы и маячные стойки; рабочие крепления и схватки поярусно сверху вниз; щиты опалубки. После этого разбирают трубчатые леса-подмости.

Собирают опалубку стен по захваткам 2...3 звена, каждое из которых состоит из двух опалубщиков: 4- и 3-го (или 2-го) разрядов.

При использовании опалубки Минмонтажспецстроя СССР сборку ее начинают с установки маячных щитов, устанавливаемых вертикально и усиленных стойками. После их выверки и монтажного раскрепления образовавшийся каркас заполняют рядовыми щитами, присоединяя их к маячным пружинными скобами. Боковое давление бетонной смеси воспринимают стяжные болты, закрепляемые на стойках.

Работу выполняют звеньями из двух опалубщиков. При значительной протяженности стены опалубку собирают отдельными захватками, размеры которых назначают исходя из сменной производительности звеньев. При бетонировании высоких стен большой толщины применяют консольную систему крепления опалубки посредством анкеров, закладываемых в нижний слой бетона. В качестве консольных балок используют фермы, собранные на болтах из угловых стоек. При консольной

системе крепления необходимо контролировать прочность затвердевшего бетона. Она должна быть достаточна для надежного заанкеривания тяжей.

Устройство опалубки каркасов рамного типа

Общие сведения. Сборку опалубки каркаса выполняют обычно два звена рабочих. Первое — из двух человек (рабочие 2-е и 4-го разрядов) собирают опалубку колонн, а второе — из трех человек (рабочие 1-, 2- и 3-го разрядов) — готовят к сборке элементы опалубки ригелей, а затем вместе с рабочими первого звена собирают опалубку ригелей.

Колонны. Сборку опалубки монолитного железобетонного каркаса начинают со сборки опалубки колонн. Щиты требуемого размера собирают предварительно в Г-образные блоки с помощью монтажных уголков, а затем из них комплектуют нижний короб опалубки.

Предварительно на бетонное основание клеевой краской наносят риски, фиксирующие положение осей колонны по двум координатам. Такие же риски наносят на торцовых нижних ребрах щитов опалубки. Положение нижнего короба опалубки фиксируют специальными ограничителями: деревянными рамками, прибиваемыми к пробкам в бетонном основании (рис. 1.22), или ограничителями из обрезков арматуры, привариваемыми к арматурному каркасу.

Если щиты опалубки соединяют через монтажные уголки пружинными скобами или кляммерами, то для восприятия бокового давления бетонной смеси короб из щитов закрепляют хомутами.

При правильной установке рамки и точной заготовке коробов колонн все части опалубки конструкций, опирающихся на колонны, автоматически устанавливают на нужных отметках, и отпадает надобность в кропотливых проверках и исправлениях.

Опалубку колонн сечением до 500×500 мм устанавливают заранее собранными коробами. Комбинированные и стальные щиты скрепляют между собой болтами или кляммерами, а деревянные — гвоздями. Готовый короб устанавливают в рамку и закрепляют в двух взаимноперпендикулярных направлениях раскосами, прибиваемыми к пробкам в бетоне. Выверку вертикальности коробов выполняют при помощи отвеса.

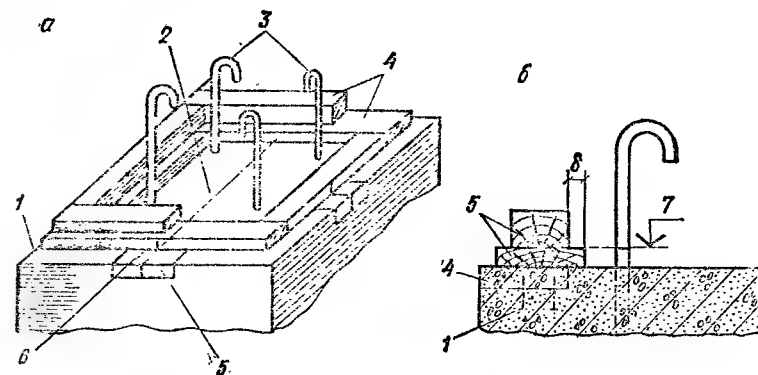


Рис. 1.22. Установка рамки под опалубку колонн
а — в плане; б — по оси фундамента; 1 — фундамент под колонну; 2 — ось фундамента; 3 — выпуски арматуры; 4 — рамка; 5 — пробки; 6 — метка, определяющая середину рамки; 7 — отметка, определяющая положение рамки по высоте; 8 — толщина щита короба колонны

Арматуру в такой короб опускают в виде готового каркаса. При вязке арматуры из отдельных стержней на месте короб собирают из трех щитов, заменяя четвертый временными планками; при колоннах шириной более 700 мм такими планками заменяют два противоположных щита. Недостающие щиты крепят после установки арматуры. При достаточной жесткости сварных или вязаных арматурных каркасов они могут быть установлены и закреплены в проектом положении до установки опалубки, которую затем собирают отдельными щитами. Для бетонирования колонн высотой более 3 м при густом армировании их или малом поперечном сечении один из щитов второго и последующих ярусов временно не устанавливают и через образовавшееся окно укладывают бетонную смесь. По достижении бетонной смеси в опалубочной форме нижнего обреза «окна» его закрывают щитом.

Хомуты на коробах колонн обычно закрепляют после установки опалубки плиты, так как одновременную работу на двух уровнях запрещают правила техники безопасности.

Ригели и балки. Сборку опалубки для бетонирования железобетонных ригелей и балок начинают с установки телескопических стоек с балочными струбцинами. В зависимости от сечения железобетонных ригелей и балок струбцины могут опираться на одну или две стойки.

Промежуточные опоры делают из одинарных стоек, а крайние, как правило, — из двух.

На струблины устанавливают прогоны (схватки), по которым укладывают щиты днища. Боковые щиты опалубки балок устанавливают либо на прогоны, либо на щиты днища. Во втором случае между боковыми щитами необходимо устанавливать временные распорки.

Боковые щиты удерживают кронштейнами балочных струблин, для чего их вплотную подводят к щитам и закрепляют винтовыми упорами. Опалубку комбинированных и стальных щитов для бетонирования ригелей небольшого сечения (до 300×300 и 300×400 мм) можно собирать из щитов, опирающихся непосредственно на балочные струблины.

Арматуру ригелей укладывают в собранную опалубку на прокладку из цементно-песчаного раствора.

Весьма ответственный момент сборки опалубки — выверка горизонтальности днища и создание строительного прогиба. Отметки проверяют при помощи металлической мерной ленты и нивелира; отсчеты ведут от палубы щитов днища. Если щиты днища опирают непосредственно на балочные струблины, строительный подъем регулируют домкратным устройством стойки. При опирании щитов на прогоны (схватки) под щиты подкладывают деревянные клинья.

Перекрытия. Последовательность операций и организация работ по сборке опалубки перекрытий зависит от конструктивной схемы здания или сооружения и типа перекрытия. Плоские перекрытия, опирающиеся на несущие стены или балки, бетонируют в опалубке, в которой несущими элементами являются раздвижные ригели. Без промежуточных опор, используя раздвижные ригели, можно перекрывать пролеты до 6 м (рис. 1.23). При больших пролетах необходимо устанавливать промежуточные опоры — стальные или деревянные балки по телескопическим стойкам.

Сборку опалубки начинают с выверки отметок на опорных гнездах стен или балок. При необходимости опоры подливают цементно-песчаным раствором или выравнивают их с помощью твердых прокладок. Затем с расчетным шагом раскладывают раздвижные ригели. Раздвижные ригели при использовании щитовой опалубки могут иметь шаг 300, 400, 450, 600 и 900 мм. Обязательным условием производства работ является опи-

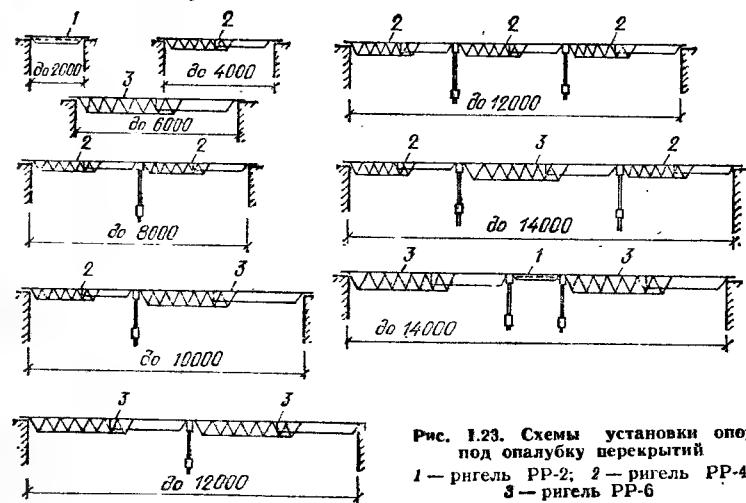


Рис. 1.23. Схемы установки опор под опалубку перекрытий

1 — ригель РР-2; 2 — ригель РР-4; 3 — ригель РР-6

Рис. 1.24. Схема опалубки ребристого перекрытия

1 — телескопическая стойка; 2 — балочная струблина; 3 — боковой щит; 4 — щит опалубки днища; 5 — щит опалубки плиты; 6 — раздвижной ригель

рание щитов не менее чем на три ригеля. Это условие диктуют правила техники безопасности. При использовании для палубы настила досок, фанеры или древесностружечных плит шаг ригелей может быть иным и определяется по расчету.

Сборку ригелей в зависимости от их размеров выполняют с передвигных инвентарных подмостей. Необходимый строительный прогиб достигают путем затяжки соединительного болта и установкой специальных стальных пластинок толщиной 1...4 мм.

По раздвижным ригелям укладывают щиты или настилы из досок, фанеры или древесностружечных плит. Точную рихтовку опалубки после проверки отметок нивелиром осуществляют путем ослабления или затяжки соединительных болтов раздвижных ригелей. В ряде случаев приходится выполнять рихтовку отдельных щитов, укладывая между щитами палубы и ригелями прокладки из фанеры. Для того чтобы бетонная смесь не

могла попасть в полость опорного гнезда, его закрывают предохранительными крышками из фанеры, картона, пропитанного парафином, или металлическими листами. Для повышения несущей способности крышки полость гнезда можно заполнить паклей. На одном из ригелей в средних пролетах щиты и настилы укладывают с зазором 10...15 мм. Сверху такую щель заделывают паклей и закрывают полоской из тонкой фанеры, листовой стали или картона, пропитанного маслом.

Сборку опалубки ребристых перекрытий начинают также с установки телескопических стоек с балочными струбцинами. После раскрепления стоек и выверки отметок струбцин с использованием мерной ленты на струбцины укладывают прогоны (схватки) и начинают сборку коробов опалубки железобетонных балок. Боковые опалубочные щиты опирают непосредственно на прогоны (схватки). После укладки арматурных каркасов и установки временных деревянных распорок на ребра каркаса боковых опалубочных щитов устанавливают раздвижные ригели, по которым затем укладывают щиты или настил опалубки плиты. В местах примыкания щитов плиты к коробу укладывают деревянные бруски прямоугольного сечения, предохраняющие щиты балок от защемления (рис. 1.24).

После проверки отметок нивелиром выполняют при помощи винтовых домкратных устройств рихтовку собранной опалубки, начиная с днищ коробов опалубки. Во всех случаях, когда приходится поднимать или опускать выдвижные стойки, связи, обеспечивающие устойчивость опалубки в местах примыкания к стойке, временно (только на период рихтовки) слегка ослабляют (но не снимают). Это одно из основных правил, гарантирующее безопасность работ.

После рихтовки опалубки коробов выполняют рихтовку опалубки плиты. Точная выверка щитов может быть достигнута только путем постановки прокладок между боковыми щитами короба и раздвижными ригелями или между щитами (настилами) плиты и ригелями.

Сборку опалубки ребристых перекрытий на захватке выполняют обычно 2...3 звена общей численностью 6...7 человек. Среди них должен быть обязательно рабочий 4-го разряда, один — 5-го и двое-трое рабочих 3-го разряда.

Устройство опалубки сборно-монолитных конструкций

Опалубку сборно-монолитных конструкций устанавливают после монтажа и закрепления сборных железобетонных элементов. К этим же элементам, как правило, и крепят опалубочную форму. Широкое применение для замоноличивания различных стыков находит опалубка института Промстальконструкция (рис. 1.25). Элементы опалубки выполнены из листового металла толщиной 5 мм с приваренными к ним для жесткости уголками. В верхней и нижней частях опалубочных щитов имеются отверстия, в которые устанавливают стяжные болты с гайками, прижимающие опалубку к сборным конструкциям и тем самым образующим вокруг узла замкнутой объем для подачи бетонной смеси. Для того чтобы бетонная смесь легче проходила и заполня-

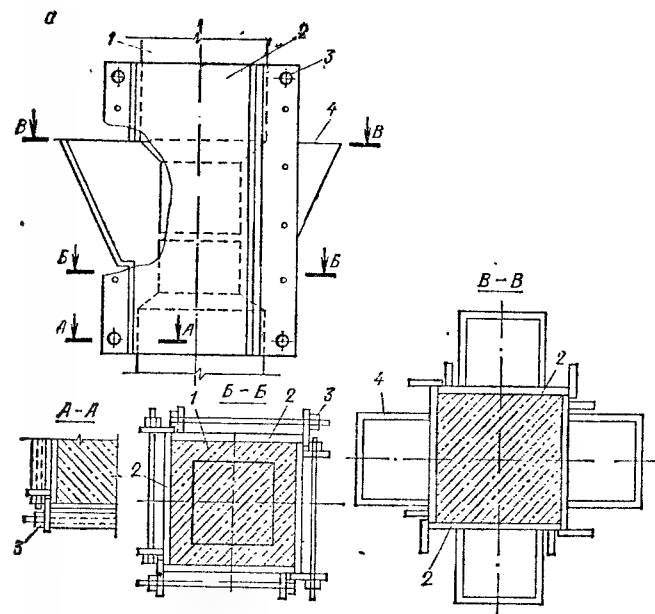


Рис. 1.25. Конструктивные схемы опалубки системы Промстальконструкция для замоноличивания стыков

а — боковых граней колонн; б — ригеля таврового сечения с колонной; 1 — колонна; 2 — щиты опалубки; 3 — винты крепления опалубки; 4 — карманы; 5 — ригель; 6 — металлические накладки для скрепления опалубочных щитов между собой

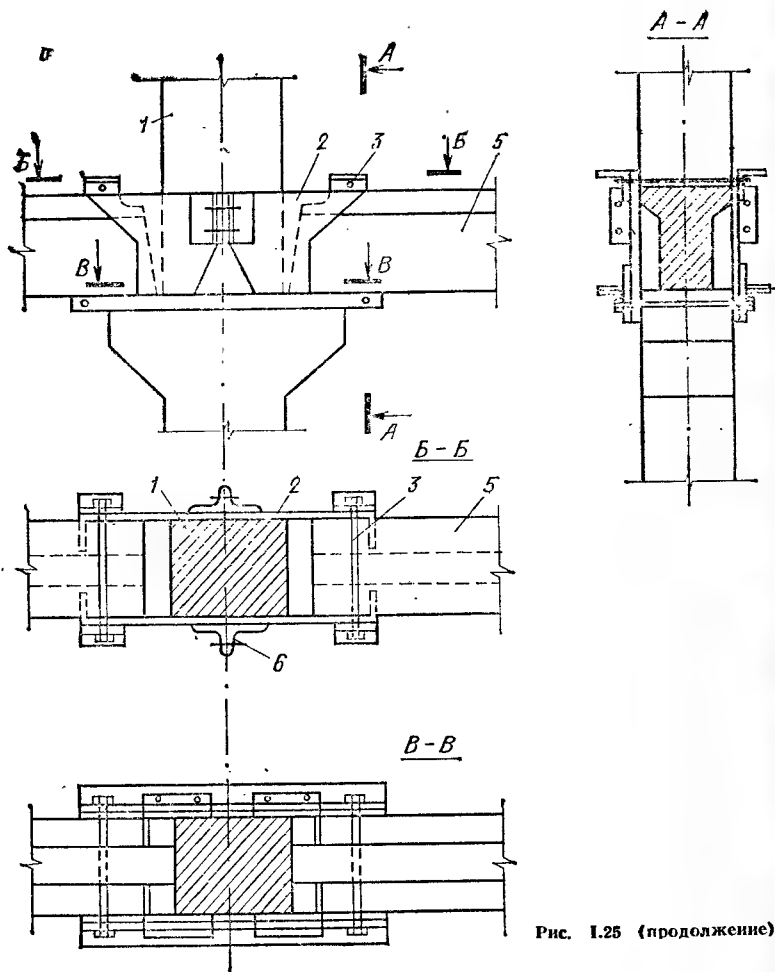


Рис. 1.25 (продолжение)

ла узел, в опалубке предусмотрено специальное уширение.

Для замоноличивания стыка ригеля с колонной нашла применение также и опалубка треста Мосoblстрой № 17 (рис. 1.26). Ее сборку выполняют следующим образом. С помощью ручек устанавливают боковые щиты на выступающую часть консоли. Затем укрепляют прижимные устройства щитов. После выверки щитов поворотом рукоятки вправо прижимают нижними концами

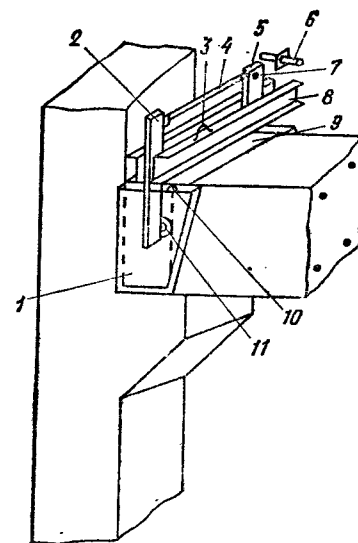


Рис. 1.26. Металлическая опалубка системы Мосoblстрой для замоноличивания стыка ригеля с колонной
1 — щит; 2 — поворотная лапа; 3 — скобы; 4 — винт; 5 — лапа; 6 — поворотная рукоятка; 7 — качающаяся гайка; 8 — продольная траверса; 9 — зазор для подачи бетонной смеси; 10 — ручка; 11 — прижимы

обеих лап щиты к ригелю. В таком положении опалубка готова для бетонирования стыка. Для распалубливания рукоятку поворачивают влево, винт ослабляет усилие на лапы и прижимные устройства снимаются. Затем за ручки снимают оба щита.

В многоэтажных зданиях со сборным железобетонным каркасом широко применяют сборно-монолитные стены жесткости.

Для возведения стен жесткости пригодна щитовая унифицированная переставная опалубка, позволяющая заранее собрать крупноразмерный щит или готовый арматурно-опалубочный блок требуемых размеров с последующей установкой его монтажным краном. На земле в зоне действия монтажного крана или на перекрытии выкладывают в горизонтальном положении стойки и щиты и собирают их в крупноразмерные панели для обеих сторон каркаса. Противоположные стеновые щиты скрепляют между собой фиксаторами, имеющимися в стойках.

Устройство опалубки бункеров и резервуаров

При строительстве промышленных объектов необходимо устанавливать опалубку для специальных устройств: бункеров, этажерок под технологическое оборудование, резервуаров, каналов, опор для трубопроводов и т. п. Большинство этих конструкций может быть расчленено на отдельные элементы — стены, колонны, балки и плиты перекрытий и т. д., сборка опалубки которых описана выше.

Особую сложность для устройства опалубки представляют сооружения с наклонными конструкциями перекрытий. Это — бункеры, силосы, резервуары. В зависимости от угла наклона перекрытия опалубка плиты и железобетонных балок может быть односторонней или двухсторонней. Одностороннюю опалубку применяют при наклоне плоскостей до $18 \dots 22^\circ$ и использовании жестких бетонных смесей (с осадкой конуса не более 2 см) либо при наклоне до 15° и использовании смесей с осадкой конуса до 6 см.

Организация и технология работ по сборке опалубки наклонного перекрытия зависят от его типа и определяются проектом опалубочных работ. Особое внимание уделяют вопросам техники безопасности, строгому соблюдению порядка установки и раскрепления несущих элементов опалубки, который зависит от конструкции бетонизируемого сооружения (рис. 1.27).

В качестве примера рассмотрим устройство инвентарной опалубки для бункеров, выполненную из элементов оснастки ЦНИИОМТП (рис. 1.28). При использовании системы поддерживающих элементов работу начинают с установки опор под опалубку течи и обвязочных балок. После подготовки основания (планировка грунтового или очистки от мусора бетонного) выполняют разметку положения стоек. Затем собирают в пространственный блок телескопические стойки, поддерживающие опалубку течи, и соединяют их горизонтальными и диагональными связями на уровне базовых частей. На стойках закрепляют балочные трубины, а затем стойки раскрепляют связями.

Опоры под обвязочные балки собирают обычно из составных решетчатых и телескопических стоек. При этом раскрепляют их инвентарными связями по ярусам. После окончания монтажа на выдвижных штангах телескопических стоек укрепляют вильчатые оголовники, на

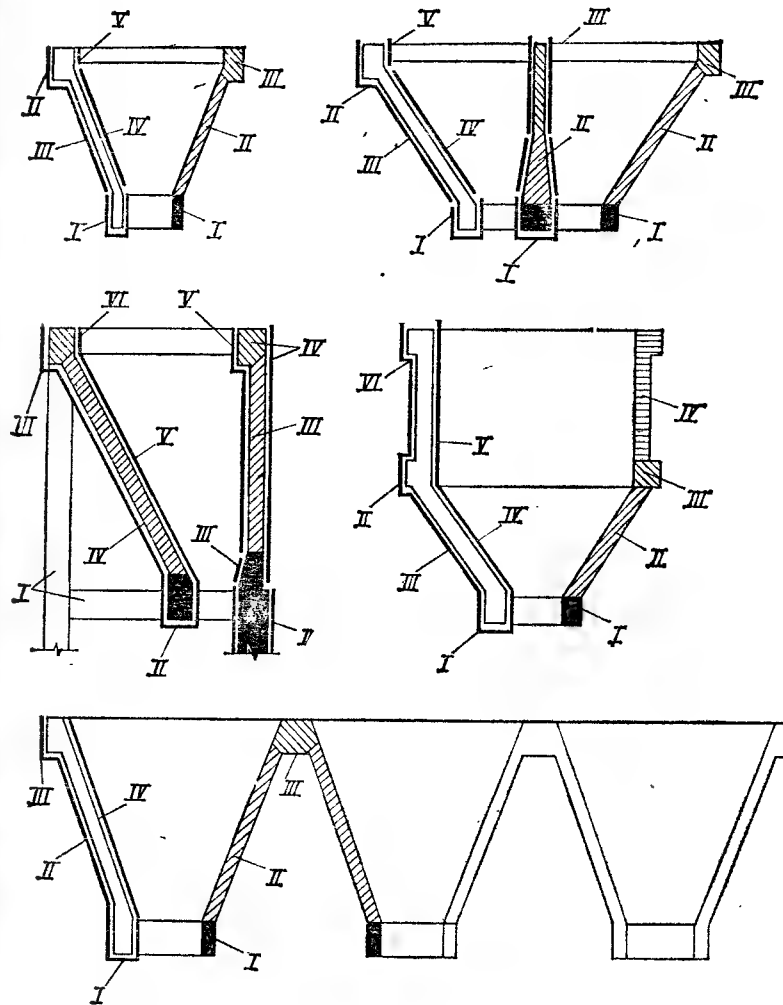


Рис. 1.27. Порядок установки опалубки бункеров различного типа. Римскими цифрами обозначена последовательность операций

них укладывают прогоны и подвешивают хомуты. С внутренней стороны боковые стенки короба устанавливают на подкладках из цементного раствора толщиной, равной толщине стенок в месте примыкания к балкам. В некоторых случаях наружные щиты короба балок устанавливают после сборки опалубки стенок. В тех ме-

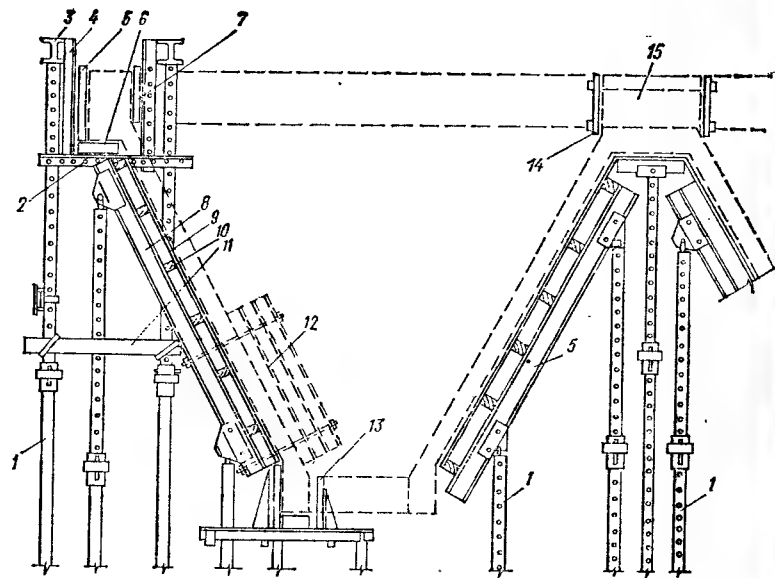


Рис. 1.28. Схема устройства инвентарной опалубки для бетонирования бункеров

1 — телескопические стойки; 2 — балочная струбцина; 3 — горизонтальный прогон; 4 — подвесной хомут для крепления опалубки обвязочных балок; 5 — боковой щит опалубки обвязочной балки; 6 — щит дна; 7 — боковой щит наружной обвязочной балки; 8 — наклонный прогон; 9 — палуба стенки; 10 — деревянные кружальные брусья; 11 — горизонтальная связь; 12 — верхняя опалубка стенки бункера; 13 — боковые щиты опалубки течи; 14 — боковые щиты средних обвязочных балок; 15 — стяжка

стах, где телескопические стойки и хомуты проходят через железобетонные стенки, должны быть предусмотрены выгородки, позволяющие легко освободить инвентарные элементы опалубки.

Под опалубку наклонных стенок устанавливают самостоятельные опоры и по прогонам (схваткам), опирающимся на телескопические стойки, укладывают деревянные брусья-кружала, на которые опирают щиты или дощатые настилы нижней опалубочной плиты. Верхнюю опалубочную плиту крепят так же, как и при бетонировании наклонных перекрытий, а щиты устанавливают по мере укладки бетонной смеси. В местах примыкания наклонных стенок к течке и обвязочным балкам используют доборы (по месту).

Опалубку вертикальных стенок (если она есть) устанавливают после бетонирования обвязочных балок и опирают на них.

Общие сведения. Разборку опалубки выполняют квалифицированные рабочие. Боковые элементы опалубки, не несущие нагрузки от веса конструкций, снимают после достижения бетоном прочности, обеспечивающей целостность поверхности и кромок углов сооружения при распалубливании, если в проекте сооружения нет иных указаний по этому вопросу. Опалубка, воспринимающая вертикальные нагрузки, может быть удалена после того, как бетон приобретет прочность, достаточную для восприятия этих нагрузок. Прочность бетона, необходимую для распалубливания, устанавливают в соответствии с требованиями строительных норм и правил. Определяют ее в лаборатории испытанием пробных образцов.

При удалении опалубки боковых поверхностей надо соблюдать определенную последовательность операций, обеспечивающую сохранность элементов.

При удалении опалубки и лесов конструкция вступает в работу и сама воспринимает собственный вес и нагрузки, приходящиеся на нее в момент распалубливания. Особенную осторожность требует распалубливание арок и сводов, тонкостенных конструкций больших пролетов (4 м и более). Внезапное приложение нагрузки от собственного веса (после удаления опалубки и лесов) оказывает на конструкцию действие, аналогичное удару, что может повлечь за собой ее разрушение. Поэтому удалению опалубки, особенно указанных выше конструкций, должно предшествовать плавное равномерное опускание поддерживающих ее лесов. Этот процесс, называемый раскружанием, осуществляют при помощи парных клиньев, домкратов, песочных цилиндров и других приспособлений. Распалубку конструкций осуществляют в два, три и более приемов в зависимости от пролета и веса конструкций при соблюдении определенной последовательности.

Опускание всех опор балочных конструкций выполняют одновременно.

Раскруживание арок и обыкновенных сводов начинают от замка и ведут симметрично в обе стороны по направлению к пятам; при этом средняя часть арки или свода, вступая в работу, передает нагрузку на нижележащие части, еще поддерживаемые лесами. Обратный порядок раскруживания арок и сводов может вызвать

образование трещин, так как боковые части конструкций, оседая под действием собственного веса, могут оторваться от средней части, оседанию которой еще препятствуют поддерживающие ее леса.

Раскружаливание куполов (например, перекрытий круглых резервуаров) осуществляют опусканием опор, расположенных по концентрическим кругам, начиная от центра по направлению к периметру купола. При этом опускание опор, расположенных по каждому из концентрических кругов, выполняют одновременно. Порядок раскружаливания тонкостенных сводов больших пролетов назначают по согласованию с проектной организацией.

Демонтаж инвентарной металлической и комбинированной опалубки. Общие правила. Демонтаж опалубки, устанавливаемой отдельными щитами или панелями, начинают с удаления наружных креплений-подкосов, распорок и т. п. Затем освобождают внутренние крепления: снимают зажимы с концов проволочных стяжек, извлекают из бетона стяжные болты, связывающие противостоящие стенки опалубки, и т. д. После этого освобождают натяжные крюки, связывающие панели со схватками, снимают схватки, а затем отдельные щиты.

При снятии краном укрупненных опалубочных панелей сначала проверяют надежность соединения щитов со схватками и между собой, затем зачаливают панель и лишь после этого освобождают ее от всех креплений.

Если снять панель не удастся (например, вследствие защемления в бетоне отдельных щитов), ее разбирают на отдельные части.

Ступенчатые фундаменты. Опалубку ступенчатого фундамента разбирают в следующем порядке.

Демонтируют кондукторы анкерных болтов или извлекают гнездообразователи. Выбирают клинья, соединяющие схватки между собой. Снимают пружинные скобы, соединяющие короба нижнего и верхнего ярусов опалубки подколонника. Затем снимают навесные рабочие площадки и стремянки. Снимают клиновые зажимы крепления стяжек. Разбирают короб верхнего яруса опалубки подколонника на отдельные панели; когда это затруднено из-за защемления в бетоне отдельных щитов или концов стяжек, опалубку разбирают по элементам.

Верхние щиты и доборы снимают по направлению от внешних углов к внутренним. После разборки верхних

ярусов опалубки снимают остальные схватки, щиты и доборы наружных плоскостей.

Колонны. Демонтаж опалубки колонн в основном ведут снизу, так как оголовники защемляются в бетоне. В этом случае выбивают деревянные клинья внизу, снимают хомуты, а затем монтажные уголки и щиты опалубки нижнего короба. Если щиты оголовника легко отделяются от бетона, целесообразно распалубку колонн начинать сверху.

Ригели и балки. Демонтаж опалубки начинают с ослабления винтовых упоров кронштейнов балочных струбцин и снятия боковых щитов опалубки ригелей. Затем с помощью винтовых домкратов опускают телескопические стойки со струбцинами на 100...120 мм и снимают щиты днища. С переносных подмостей один из рабочих ослабляет соединительный винт. Затем два или три опалубщика вытаскивают ригель из опорных гнезд и по частям или в собранном виде опускают его на рабочий пол. Рабочие, находящиеся внизу, принимают демонтированные элементы и складывают их в определенных местах. Следующий ригель ослабляют, но не выводят из опорных гнезд. Его прогиб в центре должен составлять 50...80 мм. Несколько меньший прогиб создают в третьем ригеле, после чего начинают демонтаж щитов.

Последовательность демонтажа раздвижных ригелей, поддерживающих опалубку плиты и щитов, см. на рис. 1.28.

Ребристые перекрытия. Разборку опалубки плоского перекрытия начинают с ригеля, на котором элементы уложены с небольшим зазором, закрытым полуской фанеры или картона. С переносных подмостей один из рабочих ослабляет соединительный болт, после чего остальные члены звена опалубщиков вытаскивают ригель из опорных гнезд и по частям или в собранном виде опускают на рабочий пол. Следующие два ригеля ослабляют, не выводя из опорных гнезд до тех пор, пока их прогиб в центре не достигнет 50...80 мм, после чего приступают к снятию щитов.

Распалубку ребристых перекрытий начинают с ослабления винтовых упоров кронштейнов балочных струбцин, после чего опускают телескопические стойки с балочными струбцинами на 20...30 мм и снимают боковые щиты коробов прогонов. Далее демонтируют раздвиж-

ные ригели, как описано выше, и щиты опалубки плиты. Разборку опалубки балок начинают с демонтажа боковых щитов, после чего постепенно снимают стойки, а затем щиты днища коробов (балок).

Все инвентарные элементы креплений и детали опалубки немедленно после снятия должны быть собраны, уложены в ящики и сданы на хранение или переданы на другой участок для дальнейшего использования.

Бункеры и резервуары. Демонтаж опалубки начинают с разборки верхней плиты наклонных стенок и боковых стенок балок с внутренней стороны.

Опалубку плиты разбирают следующим образом: опускают на 100...200 мм наружные опоры по одной из стенок, затем на 50...70 мм опускают опоры внутреннего ряда и, начиная сверху, снимают щиты. Согласно правилам техники безопасности, демонтированные элементы (щиты, крепления, схватки) запрещено оставлять внутри бункера; их убирают через течку вниз. При этом прием элементов ведут один-двое рабочих, находящиеся в этом месте постоянно и поддерживающие связь с рабочими, находящимися внутри бункера. Перенос и складирование опалубки выполняют двое-трое рабочих 1- и 2-го разрядов.

Разборку опалубки течки выполняют так же, как и монолитных железобетонных балок. После демонтажа всех щитов, прогонов, струбцин производится разборка опор. Опоры не рекомендуется разбирать полностью до тех пор, пока не будут сняты щиты нижней плиты стенок бункера. Работы начинают с демонтажа опор обвязочных балок и ведут к центру. При этом необходимо следить, чтобы при разборке поддерживающих стоек они были раскреплены связями в пространственный устойчивый блок.

Демонтаж щитовой деревянной опалубки. Перед разборкой опалубки стен, колонн и других вертикальных конструкций необходимо тщательно очистить их основание от остатков затвердевшей бетонной смеси.

При распалубливании стен в первую очередь удаляют крепления — проволочные стяжки, болты, подкосы и т. п. Проволочные стяжки перерезают кусачками или освобождают их снятием зажимов. При болтовых стяжках сначала отвинчивают гайку, а затем легкими ударами гаечного ключа или молотка выбивают болты. Чтобы не повредить нарезку, конец болта, по которому

ударяют, прикрывают обрезком доски. Выемка болтов облегчается, если их через 1...1,5 ч после окончания бетонирования повернуть на несколько градусов, чтобы нарушить сцепление с бетоном. После снятия стяжек удаляют схватки, затем ребра и щиты. Разборку следует выполнять отдельными участками: при горизонтальных щитах — на длину одного щита, при вертикальных — на длину схватки.

При разборке опалубки колонн первоначально снимают нижнюю рамку, затем — брус, окаймляющие вырезы для балок и прогонов. После этого снимают два верхних хомута и заводят конец ломика в щель между накрывным и закладным щитом, отделяя накрывной щит от бетона; при этом из закладного щита несколько вытягивают монтажные гвозди, скрепляющие короб. Затем ударом ломика осаживают щит обратно, в результате чего шляпки гвоздей выходят из доски и гвозди легко могут быть выдернуты. Точно так же освобождают и противоположный накрывной щит. Повторяя эту операцию с каждой последующей парой хомутов, постепенно освобождают накрывные щиты сверху донизу, после чего снимают закладные щиты короба.

Для снятия опалубки плит перекрытий предварительно устраивают легкие временные подмости на расстоянии 1,6 м от низа плиты. Сначала снимают подкружальные доски, затем кружала.

Разборку начинают со снятия боковых элементов опалубки, не несущих нагрузки от веса конструкций, при условии, что бетон достиг прочности, обеспечивающей целостность поверхности и кромок углов сооружения при распалубливании (если в проекте сооружения нет иных указаний по этому вопросу). При удалении опалубки боковых поверхностей надо соблюдать последовательность съема элементов опалубки, обеспечивающую их сохранность.

Опалубка, воспринимающая вертикальные нагрузки, может быть удалена после того, как бетон приобретет прочность, достаточную для восприятия этих нагрузок. Прочность бетона, необходимую для распалубливания, устанавливают в соответствии с требованиями строительных норм и правил и определяют в лаборатории испытанием пробных образцов.

Крайние (с каждого конца плиты) кружала укладывают на прижимные доски или прогоны, поддерживаю-

щие опалубку перекрытия, чтобы предотвратить падение щитов. Перед снятием последних необходимо восстановить на них стершуюся маркировку. Для распалубливания боковых поверхностей балок сначала снимают бруски, обрамляющие вырезы в щитах опалубки прогонов. Вместе с брусками отходят и рейки, закрывающие торцы досок, освобождая концы щитов балок. Если рейки не отходят, то их надо расколоть и удалить. Затем двое рабочих, работая ломиками, одновременно с двух концов по направлению к середине балки снимают прижимные доски, а потом боковые щиты. Опалубку прогона снимают такими же приемами после распалубливания всех балок.

Днища коробов балок и прогонов удаляют, как правило, позже распалубливания их боковых поверхностей, так как для этого требуется большая прочность бетона. Вначале осаживают клинья под стойками, после чего удаляют расшивины и окончательно выбивают клинья; при этом между днищем и оголовниками стоек должен образоваться зазор, наличие которого показывает, что конструкция вступила в работу и держится самостоятельно, не опираясь на стойки. Убедившись в этом, удаляют стойки; днище опускают на оголовнике последней стойки. Если оно не отходит от бетона, то его отрывают крючком из арматурного стержня.

ГЛАВА 5. ПЕРЕДВИЖНАЯ ОПАЛУБКА

Скользящая опалубка

Формование стен с использованием скользящей опалубки происходит при непрерывном ее подъеме с помощью домкратов.

Основными причинами, сдерживающими широкое применение скользящей опалубки в строительстве, являются высокая трудоемкость работ и их стоимость, относительно низкое качество поверхности стен. Однако в последнее время создание более совершенных систем домкратов и вертикального транспорта бетонной смеси позволило в основном устранить эти причины и эффективно использовать скользящую опалубку при возведении зданий и сооружений.

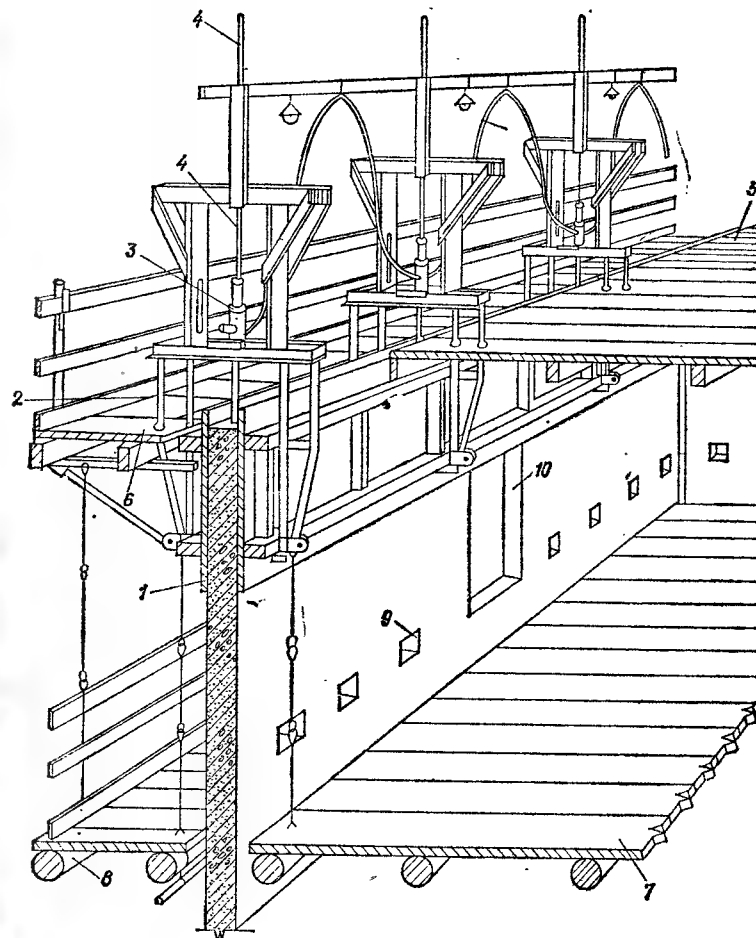


Рис. 1.29. Конструктивная схема скользящей опалубки

1 — щит скользящей опалубки; 2 — домкратная рама; 3 — домкрат; 4 — домкратный стержень; 5 — верхняя внутренняя рабочая площадка; 6 — верхняя наружная рабочая площадка; 7 — нижняя внутренняя рабочая площадка; 8 — нижняя наружная рабочая площадка; 9 — проем в монолитной железобетонной стене для опирания перекрытия; 10 — дверной или оконный проем в монолитной железобетонной стене

Скользящая опалубка (рис. 1.29) представляет собой пространственную опалубочную форму, устанавливаемую по периметру стен и поднимаемую по мере их бетонирования гидродомкратами. Основными элементами скользящей опалубки являются щиты, домкратные

рамы, рабочие площадки, подвесные подмости, домкратные стержни, устанавливаемые по оси стен, и домкраты.

Домкратные рамы являются основными несущими элементами. На них устанавливают щиты опалубки и домкраты, которые, опираясь на стержни, поднимают всю конструкцию опалубки; к ним подвешивают подмости; на них передается нагрузка от рабочего пола. Домкратные рамы представляют собой П-образную конструкцию и состоят из ригеля и стоек, на которых закрепляют кронштейны для фиксации щитов опалубки. Стойки и ригель выполнены из металлических швеллеров.

Щиты для внутренней и наружной стен собирают на месте укладки бетонной смеси в конструкцию. Их устанавливают так, чтобы расстояние между ними увеличивалось к низу, образуя конусность в пределах 5...7 мм на каждую сторону при высоте щитов 1...1,2 м. Можно установить с наклоном только один щит (внутренней стены), что позволяет получать лучшее качество поверхности стен.

Щиты опалубки выполняют большей частью металлическими или комбинированными. Для палубы применяют водостойкую фанеру толщиной 8 мм или стеклопластик толщиной 3 мм.

Рабочие площадки служат для того, чтобы с них можно было выполнять все операции. Их располагают в двух уровнях: сверху — рабочие площадки, непосредственно связанные со щитами опалубки, и внизу — подвешенные к верхним с помощью цепей или стальных стержней. Верхние рабочие площадки предназначены для размещения материалов; монтажа арматуры, коробок и рам для проемов; транспортирования и укладки бетонной смеси; передвижения опалубки и т. д. Нижние рабочие площадки предназначены для наблюдения за бетоном, отделки, демонтажа коробок для проемов и т. д.

Особое место в оснастке скользящей опалубки занимают домкраты. Наиболее распространены как в нашей стране, так и за рубежом, гидравлические домкраты. Их приводят в действие жидкостью, подаваемой насосом в цилиндры домкратов. Гидравлическое оборудование позволяет поднимать опалубку в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

Для полуавтоматического режима подъема приме-

няют комплект оборудования, состоящий из одноцилиндровых гидравлических домкратов ОГД-61А с регулятором горизонтальности рабочего пола РП-67, насосной станции ПНС-1В или ПНС-11В, гидроразводки, приспособления для извлечения домкратных стержней. Приставка РП-67 к гидродомкрату позволяет не только выравнивать горизонтальность рабочего пола, но и обеспечивать возвратно-поступательное движение домкрату с опалубкой. Это дает возможность в любое время при необходимости останавливать опалубку и вместе с тем избежать схватывания бетона с ней.

Автоматический режим подъема дает возможность поднимать опалубку по заранее заданной программе с автоматическим регулированием горизонтальности. В комплект оборудования для автоматического подъема опалубки входят: одноцилиндровые гидравлические домкраты ОГД-64У, автоматические регуляторы горизонтальности рабочего пола АРГ-64У, насосная станция АНС-125У с приставкой счета импульсов, реверсивный гидравлический домкрат РГД-66 для извлечения домкратных стержней и двойная гидравлическая разводка (к регуляторам и домкратам).

Опорой домкрата при подъеме опалубки служит домкратный стержень, проходящий в канале бетонированной стены, образованном защитной трубой. Домкратные стержни представляют собой прутки определенной длины, наращиваемые по мере подъема опалубки. Соединяют их на резьбе, для чего один конец стержня имеет выточку с нарезанной резьбой, другой — штырь.

Монтаж скользящей опалубки начинают со сборки и установки коробов щитовой опалубки стен (рис. 1.30, а). Для наружных стен опалубку устанавливают после монтажа внутренних коробов.

Для обеспечения проектной толщины стен между коробами опалубки или каркасами кружал помещают специальные распорки (в виде обрезков арматурной стали или уголков), которые удаляют по мере установки домкратных рам. Затем расставляют домкратные рамы (рис. 1.30, б) в местах, предусмотренных проектом, перпендикулярно стене и прикрепляют их к опалубке (рис. 1.30, б, в). Далее производят установку в проектное положение щитов с регулировкой их конусности (рис. 1.30, г). Перед устройством рабочего пола собирают наружные подмости и устанавливают козырьки

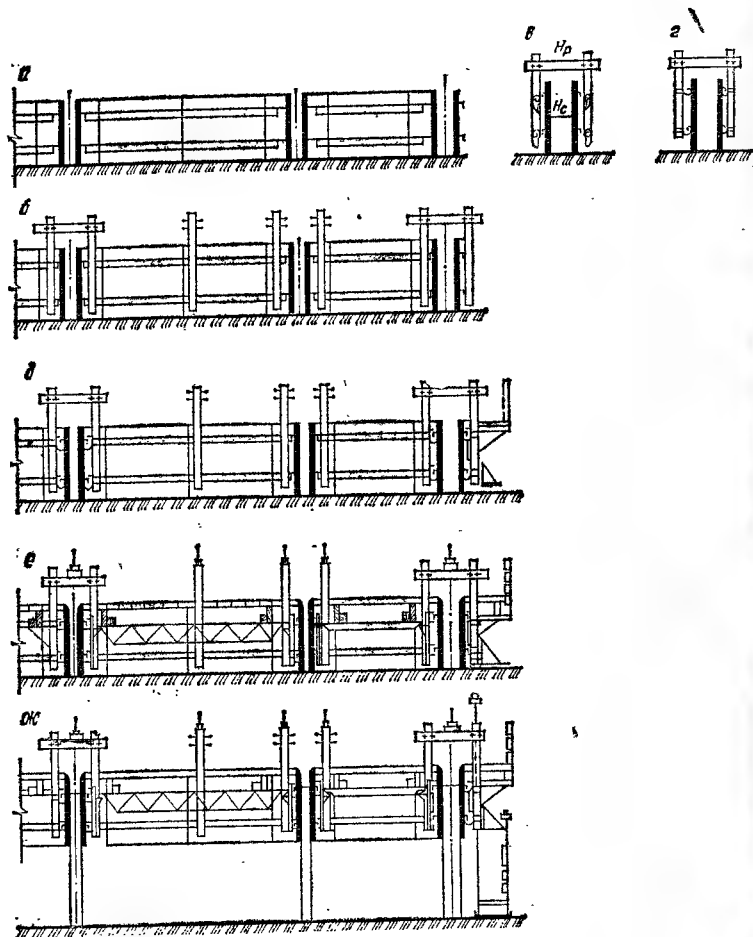


Рис. 1.30. Принципиальная схема монтажа скользящей опалубки

а — сборка коробов и установка щитов по секциям и по наружным стенам; б — расстановка домкратных рам; в — установка сборных рам в проектное положение с опиранием опорных уголков на верхние кружала щитов; г — установка в проектное положение щитов; д — сборка наружных подъемных устройств; е — установка фермы и щитов рабочего пола, устройство настила, монтаж подъемного оборудования; ж — установка подвесных наружных подъемных устройств и ограждений на них после подъема опалубки до уровня перекрытия 1-го этажа; H_p — расстояние между стойками домкратных рам; H_0 — проектный размер стены

(рис. 1.30, д). Затем монтируют связи и щиты рабочего пола (рис. 1.30, е) и одновременно подъемное оборудование. После подъема опалубки до уровня перекрытия первого этажа устанавливают подвесные подмости

(рис. 1.30, ж). После выполнения указанных выше работ начинают подачу бетонной смеси в опалубку, сначала при неподвижном состоянии опалубки на $\frac{2}{3}$ высоты щитов. Только после укладки бетонной смеси на высоту 700 мм следует включить гидродомкраты и начать подъем опалубки.

Механизированная циклично-переставная опалубка

Механизированную циклично-переставную опалубку (рис. 1.31) отличает от скользящей технология выполнения операций. Опалубочные щиты для бетонирования стены устанавливают неподвижно, после чего монтируют арматурные каркасы и подают в опалубку бетонную смесь. После уплотнения смеси бетон выдерживают в опалубке до достижения 70 %-ной прочности и только после этого отводят щиты от забетонированной стены и поднимают их на следующий ярус. Подъем щитов механизированной циклично-переставной опалубки осуществляют таким же способом, как и скользящей опалубки, т. е. гидродомкратами по домкратным стержням. Щиты поднятой опалубки в нижней их части прижимают к ранее уложенному бетону. После выверки вертикальных щитов опалубка снова подготовлена к приему бетонной смеси.

Применение механизированной циклично-переставной опалубки позволяет избавиться от трения щитов по бетону при подъеме опалубки и проверять установленную арматуру до начала, а также в процессе бетонирования. Большим преимуществом механизированной циклично-переставной опалубки является то, что такая опалубка позволяет применять пространственные арматурные каркасы заводского изготовления, что дает возможность снизить затраты труда в 2 раза.

Домкратные рамы механизированной циклично-переставной опалубки имеют специальный механизм для отвода щитов от бетона (рис. 1.32). Работа такого механизма заключается в следующем. Между стенками стоек устанавливают направляющую пластину с косыми вырезами. Пластина в верхней своей части соединена со штоком, который, в свою очередь, подсоединен к гидродомкрату, помещаемому в той же стойке домкратной рамы. В косые вырезы пластины входят пальцы, которые прикреплены к упорам. К этим же упорам крепят

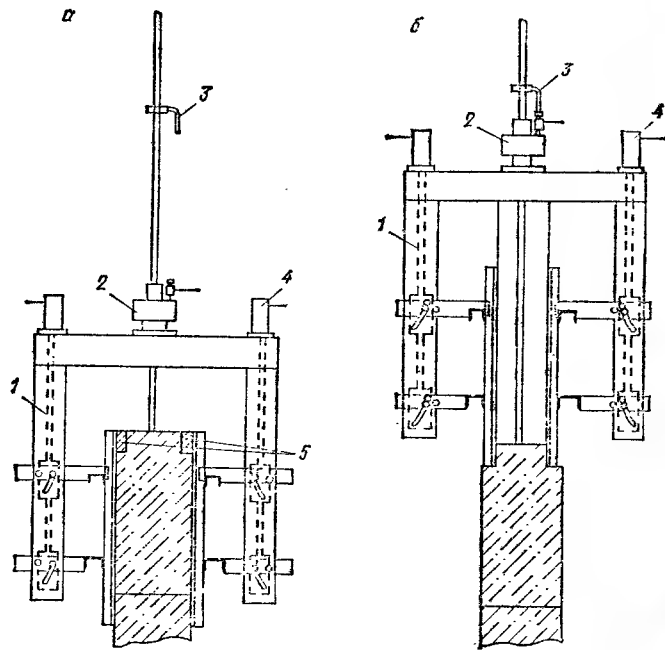


Рис. 1.31. Механизированная циклично-переставная опалубка для возведения стен

а — положение опалубки при бетонировании стены одного сечения; б — положение опалубки в начале возведения стены меньшего сечения по сравнению с ранее забетонированной стеной; 1 — домкратная рама; 2 — гидродомкрат; 3 — упорная шайба для установки домкрата; 4 — домкрат для распалубки; 5 — закладные детали для уменьшения толщины бетонироваемой стены (вкладыши)

основные щиты опалубки. Отвод щитов осуществляют вертикально по внутренней части стоек домкратной рамы, вверх и вниз. Наличие косых прорезей в пластине позволяет изменять вертикальное движение подвижных упоров на горизонтальное. При подъеме пластины точка А поднимается, а точка В прорези занимает положение точки А. Расстояние, на которое отодвинулись подвижные упоры, равно L_n . На такое же расстояние будут отведены опалубочные щиты от бетона. При крайних положениях щитов пальцы упоров оказываются в верхних участках прорезей, что обеспечивает им устойчивое положение независимо от работы насосной станции, которую можно отключать, как только щиты будут прижаты к бетону. При распалубливании нижний упор благо-

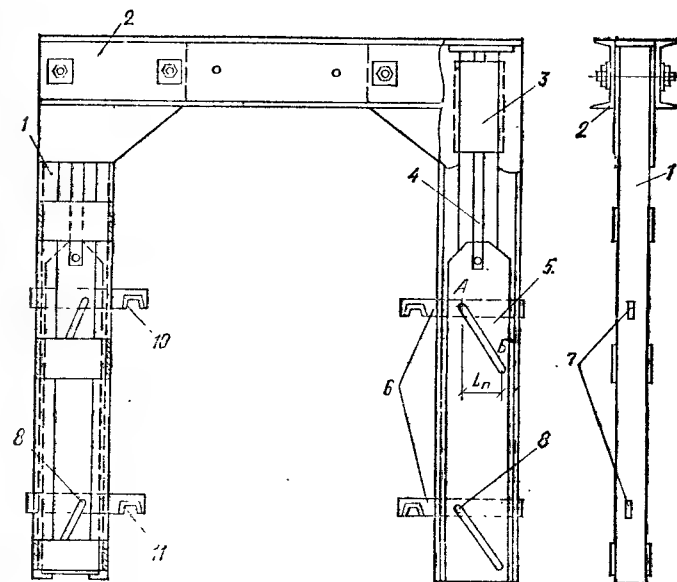


Рис. 1.32. Домкратная рама для механизированной циклично-переставной опалубки

1 — стойка; 2 — верхний пояс; 3 — гидродомкрат; 4 — шток гидроцилиндра; 5 — направляющая пластина с косыми вырезами; 6 — подвижные упоры; 7 — направляющие пазы для упоров; 8 — палец упоров; L_n — расстояние, на которое отводят щиты опалубки от забетонированной стены; А — верхняя точка косой прорези пластины; В — нижняя точка косой прорези пластины

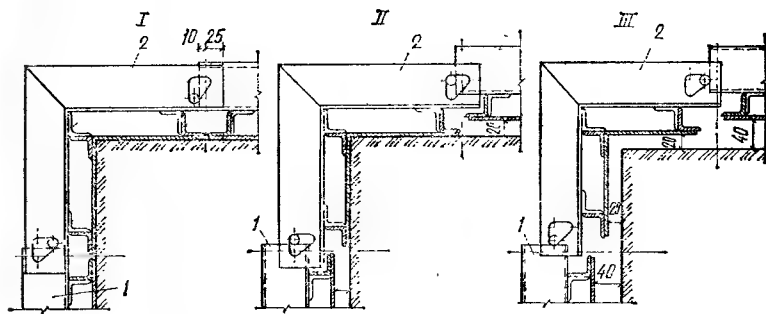


Рис. 1.33. Схема перемещения щитов механизированной циклично-переставной опалубки под действием механизма отрыва

I — положение щитов при бетонировании; II — отвод щитов от бетона; III — подготовленная для подъема опалубка (после отвода щитов от бетона); 1 — основные щиты; 2 — промежуточные щиты (угловые)

даря наклонной прорези отходит немного от щита еще до того, как верхний упор начинает отрывать щит от бетона.

Между щитом и нижним упором устанавливают прокладки, с помощью которых можно придать щитам конусность и использовать механизированную циклично-переставную опалубку как скользящую опалубку.

Щиты для механизированной циклично-переставной опалубки состоят из основных и промежуточных. Основные щиты укрепляют на домкратных рамах и перемещают при помощи встроенных в раму механизмов. Промежуточные щиты устанавливают на основные и при распалубливании они получают движение от основных щитов.

Основные щиты имеют штыри на концах кружал, которые входят в отверстия кружал промежуточных щитов и тем самым удерживают их. Промежуточные плоские щиты имеют продолговатые отверстия, так как они получают движение только в направлении, перпендикулярном оси стены. Угловые промежуточные щиты имеют по краям кружал отверстия треугольной формы с закругленными углами.

Технология перемещения щитов предусматривает три их положения (рис. 1.33). В первом положении, когда ведут бетонирование, щиты образуют форму бетонированной конструкции. Во втором положении щиты отводят от забетонированной конструкции. В третьем положении отвод щитов закончен и опалубка подготовлена для подъема.

ГЛАВА 6. ОПАЛУБКА ИЗ УКРУПНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Опалубочные блок-формы для отдельно стоящих фундаментов

Для бетонирования ступенчатых фундаментов широкое распространение получили различные блок-формы, представляющие собой заранее собранные пространственные опалубочные формы. По конструктивному исполнению блок-формы бывают неразъемные и разъемные. Неразъемные блок-формы (рис. 1.34) имеют жесткую конструкцию, выполненную с конусностью. При распалубливании их отрывают от бетона без раздвижки плоскостей.

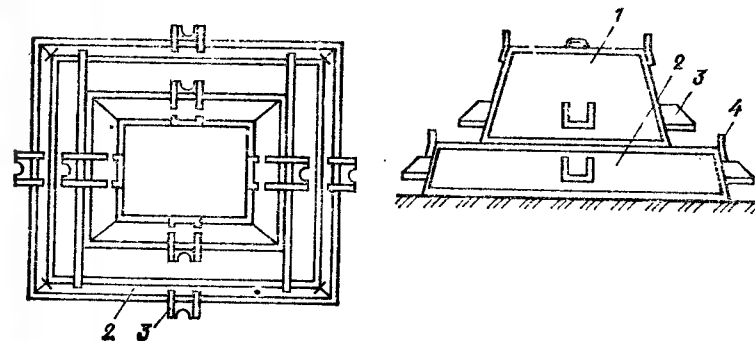


Рис. 1.34. Неразъемные блок-формы фундаментов

1 — форма подколонтника; 2 — то же, ступени; 3 — кронштейны для упора домкратов; 4 — монтажные петли

При больших размерах фундаментов применяют разъемные блок-формы, которые раздвигают при распалубливании и сдвигают при установке в рабочее положение. Разъемные формы выполняют из четырех плоских жестких щитов, соединенных в углах замками. Это позволяет использовать их при бетонировании разнотипных конструкций, что увеличивает универсальность и возможности использования разъемных блок-форм.

Блок-формы устанавливают краном, отрыв их от бетона осуществляют при помощи домкратного приспособления (домкраты, рычажные или отжимные приспособления). После этого форму снимают и переставляют.

Блок-формы до полного износа оборачиваются 200...300 раз. Однако индивидуальные формы обычно так не используют. Несмотря на это, применение их в целом ряде случаев оказывается экономичнее разборно-переставной опалубки благодаря значительному снижению затрат труда.

Объемно-переставная опалубка

Объемно-переставная опалубка представляет собой крупноразмерный опалубочный блок, включающий опалубку стен и перекрытий, который собирают и переставляют при помощи монтажного крана. В настоящее время применяют объемно-переставную опалубку разной конструкции с принципиально различными способами монтажа и демонтажа.

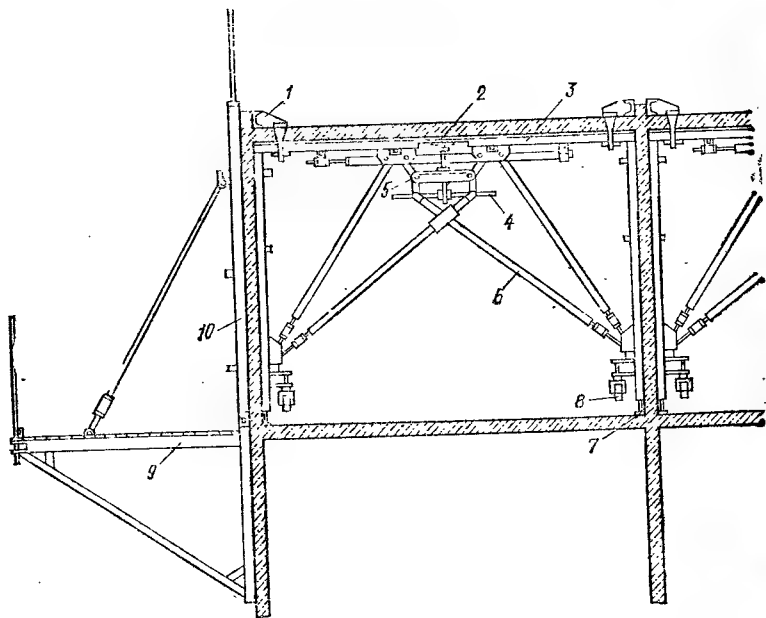


Рис. 1.35. Унифицированная объемно-переставная опалубка конструкции ЦНИИОМТП
1 — опалубка маяков; 2 — центральная вставка; 3 — Г-образный щит; 4 — распалубочный щит; 5 — шарнирный распалубочный механизм; 6 — регулирующий подкос; 7 — винтовой домкрат; 8 — катки; 9 — подмости торцовых стен; 10 — щит торцевой стены

Опалубка состоит из пространственных секций П-образной или Г-образной формы, которые при соединении образуют «туннели» опалубки на комнату или на всю ширину здания (рис. 1.35). Секции опалубки имеют переменную ширину в зависимости от принятого шага стен и различную длину. При демонтаже секции опалубки как бы сжимают, для чего сдвигают внутренние боковые щиты (щиты стен), а горизонтальные щиты (щиты перекрытия) перемещают вниз. Затем секцию перекатывают по перекрытию к открытому фасаду или проему в перекрытии и извлекают краном.

Объемно-переставная опалубка применяется двух типов: рамной конструкции и безрамной. Рамная конструкция включает несущую раму с навешенными на ней боковыми щитами и установленным горизонтальным щитом. Боковые щиты могут перемещаться относительно рамы, удаляясь от нее при установке в рабочее

положение и приближаясь при распалубливании. Горизонтальный щит также может перемещаться относительно рамы или быть закрепленным и тогда перемещаться вместе с рамой. В последнем случае на раме устанавливают домкраты, с помощью которых поднимают и опускают всю секцию.

Секции безрамной конструкции состоят из боковых и горизонтальных щитов Г-образной формы. Для увеличения жесткости такие щиты оборудуют подкосами, фермами. Их положение можно изменять при установке и распалубливании.

Использование трансформируемой объемно-переставной опалубки для разных пролетов перекрытий при переменном их расположении относительно друг друга и ориентации бетонируемых плоскостей позволяет получать разнообразные объемно-планировочные решения зданий.

Применение объемно-переставной опалубки предъявляет определенные требования: необходимо оставлять проемы или открытые фасады для извлечения опалубки, иметь более четкую планировку зданий.

Опалубка в качестве ограждающих конструкций (несъемная опалубка)

При технико-экономическом сопоставлении вариантов применения несъемной опалубки и опалубки инвентарного типа принимают во внимание весь комплекс затрат (стоимость материалов, зарплата, трудоемкость изготовления и установки, накладные расходы). Сопоставление показывает, что несъемная опалубка дает возможность снизить трудоемкость опалубочных работ примерно на 80 % по сравнению с деревянной щитовой опалубкой и на 35...40 % в сравнении с инвентарной металлической. Несъемную опалубку целесообразно применять для бетонирования массивных монолитных конструкций при их простой конфигурации и наличии в опалубке достаточно жесткого армокаркаса.

Несъемную опалубку обычно включают в расчетное сечение конструкции и она работает в дальнейшем совместно с монолитным бетоном.

Опалубку выполняют из железобетонных, армоцементных плит, стальных или асбестоцементных листов. В промышленном строительстве применяют несъемную

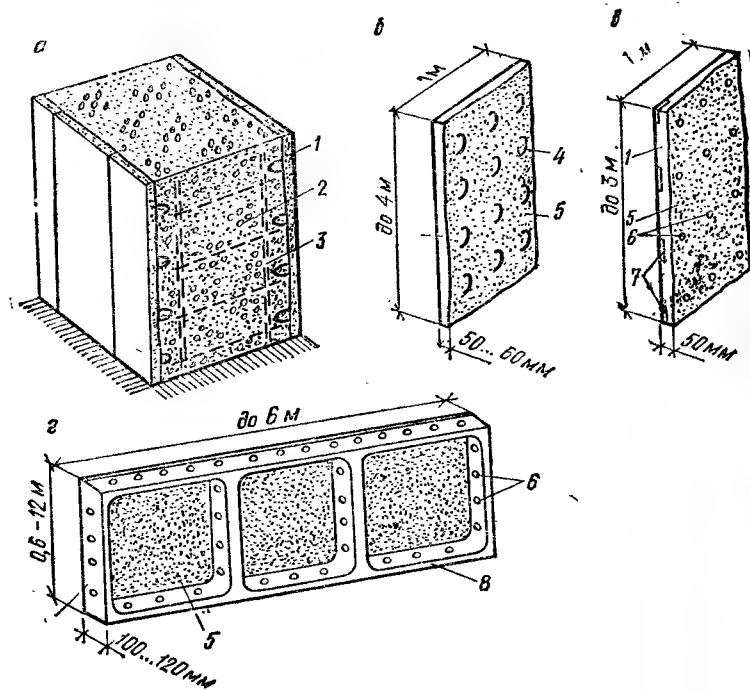


Рис. 1.36. Несъемная опалубка-облицовка

а — общий вид; б, в — плоские плиты; г — ребристая плита; 1 — плита; 2 — бетон массива; 3 — армокаркас; 4 — анкерующая петля; 5 — поверхность плиты, которая соединяется с бетоном массива; 6 — отверстия; 7 — закладные детали; 8 — ребро плиты

опалубку в виде плоских и ребристых железобетонных плит (рис. 1.36). Для лучшего сцепления с бетоном плитам придают шероховатую поверхность, а в некоторых случаях снабжают специальными анкерующими петлями-выпусками.

В ребристых опалубочных плитах помимо шероховатой поверхности для лучшего сцепления с бетоном устраивают в ребрах сквозные отверстия диаметром 25 ... 30 мм с шагом 200 ... 250 мм. При укладке бетонной смеси цементный раствор попадает в эти отверстия, образует своеобразные анкерующие шпонки, что способствует надежному сцеплению опалубки с бетоном массива.

Железобетонную несъемную опалубку готовят из бетона класса В22,5 на том же цементе, что и бетон массива (применение разных видов для опалубочных плит и бетона снижает сцепление между ними). Несъемную

опалубку устанавливают монтажными кранами и крепят несколькими способами. Если плиты имеют петли-выпуски, а бетон массива обладает достаточно жесткой арматурой, опалубочные плиты прикрепляют скрутками, тяжами или фаркофами, устанавливая такие крепления между петлями и армокаркасом. Плиты, не имеющие анкерующих петель, крепят с помощью тяжей, проходящих через отверстия в плитах и привариваемых к армокаркасу.

Несъемную опалубку из ребристых железобетонных плит крепят к железобетонным стойкам сваркой или при помощи хомутов, которые обхватывают стойку, и соединяют с плитой опалубки анкерами.

Кроме плит для несъемной опалубки используют сетчатую опалубку. Применяют ее для бетонирования стен подвалов, опускаемых колодцев, туннелей, стаканов фундаментов и др. Несъемную сетчатую опалубку выполняют из сетки с ячейками 5×5 или 8×8 мм. Сетку, сшитую из отдельных полотнищ, крепят к армокаркасу с помощью скруток и вертикальных стержней диаметром 22 ... 25 мм. Для уменьшения утечки цементного молока осадку конуса бетонной смеси принимают 0 ... 3 см. В процессе виброуплотнения цементное молоко заполняет ячейки сетки, которая оказывается в бетоне. После бетонирования снимают вертикальные крепежные стержни, сетку оставляют в бетоне.

В последнее время стали применять опалубку для бетонирования перекрытий из профилированного металлического настила, совмещающего функции несъемной опалубки и рабочей арматуры, что дает возможность отказаться от лесов и подмостей и исключить трудоемкие операции по демонтажу опалубки, снизить расход материалов. Крепление настила к металлическим балкам осуществляют самонарезающими болтами.

ГЛАВА 7. ПРИЕМКА ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИНВЕНТАРНОЙ ОПАЛУБКИ И УХОД ЗА НЕЙ

Приемка элементов инвентарной опалубки

Общие сведения. Все инвентарные элементы опалубки доставляют на стройку в готовом виде. При приемке опалубки с участием бригадира опалубщиков, которые будут ее устанавливать, проверяют комплектность по-

ставленной партии: для каждого участка, подлежащего бетонированию, комплект должен быть полным, включая крепежные изделия. При приемке опалубки необходимо проверять правильность маркировки ее элементов в соответствии с маркировочными чертежами. Марки должны быть написаны на элементах четко яркой несмываемой краской.

Отклонения от проектных размеров по ширине щитов допускают следующие, мм:

Стальная и комбинированная опалубка

Отклонение от номинальных размеров по длине и ширине щитов и каркасов для них	± 1
Отклонение кромок щитов от прямой линии:	
в плоскости	± 2
из плоскости	± 2
Отклонение в расположении отверстий для соединительных элементов (клиньев, болтов, натяжных крюков, пружинных скоб и т. п.)	± 2
Отклонение от номинальных размеров по длине стальных схваток	± 4
Отклонение кромок схваток от номинальных размеров:	
в рабочей плоскости	± 4
из рабочей плоскости	± 2
Уменьшение высоты поперечных сечений изгибаемых элементов	Не допускается

Деревянная и фанерная опалубка

Отклонение от проектных размеров по длине и ширине щитов	± 5
Разница в толщине смежных досок щитов нестроганой опалубки	± 2
То же, строганой опалубки	0,5

Примечание. Под высотой поперечного сечения следует понимать размер в направлении, совпадающем с плоскостью изгиба.

Приемка стальной и комбинированной опалубки. Элементы стальной и комбинированной опалубки, изготовленные на заводе, должны иметь штамп ОТК завода (или еще и госприемки). Инвентарную опалубку принимают по комплектovacным ведомостям, входящим в состав проекта опалубки.

Принимая опалубку, бывшую в употреблении, осуществляют проверку состояния щитов и других элементов поштучно и наличия всех необходимых креплений,

замков и т. п. Качество поверхности щитов проверяют наложением рейки или шаблона (для криволинейных элементов). Обнаруженные вмятины устраняют до установки щитов на место. Щиты, бывшие в употреблении, должны быть очищены от остатков бетона, а лицевые поверхности их покрыты смазкой.

Приемка деревянной опалубки. Размеры элементов разборно-переставной опалубки проверяют промерами стальной рулеткой или стальным метром. Прямоугольность элементов определяют по признаку равенства диагоналей. Правильность формы криволинейных элементов контролируют шаблонами, изготовленными из сухого лесоматериала.

Опалубочные щиты должны быть остроганы со стороны, обращенной к бетону, а доски щитов — быть строго одинаковой толщины и плотно пригнанными. Допускают наличие щелей шириной лишь до 3 мм, так как они затягиваются при промывке опалубки перед бетонированием. В щитах из сырой древесины щели не допускают.

При приемке щитов на сшивных планках проверяют толщину и ширину досок, размеры и расположение сшивных планок. Каждая доска должна быть прибита к крайним планкам двумя гвоздями, а к промежуточным — одним гвоздем. Необходимо, чтобы торцы щитов (за исключением специально указанных случаев) были обрезаны строго перпендикулярно их продольным кромкам.

Приемка доборных элементов опалубки. Доборные элементы с многократной оборачиваемостью включают в комплектovacные ведомости и принимают наравне с элементами инвентарной опалубки, предъявляя те же требования, что и к элементам деревянной разборно-переставной опалубки. Места установки доборов, их размеры и конфигурацию определяют при составлении маркировочных чертежей. Для доборов сложной конфигурации (многоугольных, криволинейных и т. п.) составляют специальные чертежи. Изготовление таких доборов желательно осуществлять в основных опалубочных мастерских. При отдаленности стройки от последних следует вблизи строящегося объекта организовать приобъектную мастерскую, оборудованную циркулярной пилой и электрическими машинами. Доборные элементы простейшей формы при небольшом их числе могут изгото-

товлять сами опалубщики непосредственно у места установки.

Приемка установленной разборно-переставной инвентарной опалубки

До начала установки арматуры проверяют правильность геометрических размеров элементов опалубки, а также совпадение их осей с разбивочными осями сооружения, правильность отметок конструкций, вертикальность опалубки стен, колонн и боковых граней балок, горизонтальность плит. Все промеры выполняют стальным метром или стальной рулеткой. Правильность положения вертикальных плоскостей выверяют отвесом, а горизонтальных плоскостей — уровнем. Горизонтальность днищ коробов балок и прогонов определяют следующим образом. По концам балки на днище укладывают подкладки строго одинаковой высоты; на подкладки устанавливают отфугованную рейку, а на нее уровень. Ориентируясь на него поднимают или опускают один из концов короба.

При балках больших пролетов (более 4 м) проверяют наличие строительного подъема, измеряя в середине пролета расстояние от днища до низа рейки. Разность между толщиной подкладок и этим расстоянием покажет строительный подъем. Отклонения в размерах и положении установленных элементов разборно-переставной опалубки допускают следующие, мм:

Отклонение расстояний между опорами изгибаемых элементов опалубки и расстояний между расшивками, раскрепляющими стойки лесов, от проектных значений:	
на 1 м длины	± 25
на весь пролет	± 75
Отклонение от вертикали плоскостей опалубки и линий их пересечения:	
на 1 м высоты	5
на всю высоту конструкции фундамента стен и колонн до 5 м, поддерживающих монолитные перекрытия	10
то же, высотой более 5 м	15
колонн каркаса, связанных балками, балок и арок	5
Смещение осей опалубки от проектного положения:	
фундаментов	15
стен и колонн	8
балок, прогонов и арок	10

Отклонение внутренних размеров коробов опалубки балок, колонн и расстояний между внутренними поверхностями опалубки стен от проектных значений		+5
Местные неровности опалубки при проверке двухметровой рейкой		3

При возведении многоэтажных (многоярусных) сооружений отклонения в расположении осей опалубки стен и колонн, допущенные в нижерасположенных этажах (ярусах), должны быть исправлены при установке опалубки этих элементов в последующих этажах (ярусах).

Перед бетонированием опалубку тщательно очищают от мусора и пыли, промывая водой из брандспойта или продувая сжатым воздухом. Мусор удаляют из коробов колонн через устроенные в них прочистные отверстия. Щели и отверстия в стальной и комбинированной опалубке промазывают глиняным тестом или раствором алебаstra. Непосредственно перед бетонированием выполняют еще одну проверку и тщательный осмотр опалубки: проверяют плотность прилегания хомутов к опалубке колонн, днищ балок и прогонов к оголовникам стоек и другим опорам, отсутствие щелей и т. п. Проверяют также правильность установки арматуры, пробок, закладных частей и т. п. О приемке опалубки составляют акт.

Возникающие в процессе бетонирования деформации устраняют. С этой целью в бригаду бетонщиков включают дежурного опалубщика, который наблюдает за состоянием опалубки во время бетонирования. Замеченные деформации (выпучивание инвентарных щитов или досок, разрыв хомутов и т. п.) должны быть устранены не позднее чем через 2...3 ч после укладки бетонной смеси. Позже этого срока никакие исправления в опалубке не допускают во избежание повреждения твердеющего бетона.

Если установленная деревянная опалубка простояла без бетона больше двух-трех недель, особенно в жаркую погоду, она деформируется из-за усушки и коробления досок. Опалубка может также деформироваться при установке стоек на пучинистый грунт вследствие его замерзания или оттаивания. Поэтому такая опалубка должна быть особенно тщательно выверена, как было указано выше.

Перед бетонированием в опалубке заделывают щели

и отверстия, через которые может просачиваться цементное молоко. В деревянной опалубке щели шириной до 3 мм затягиваются сами от разбухания досок при их промывке. Щели шириной от 4 до 10 мм проконопачивают паклей, предварительно скрученной в жгут. Щели шириной более 10 мм заделывают деревянными рейками. Щели в опалубке балок и невысоких колонн можно не конопатить, а промазывать глиняным тестом. Конопатить щели следует до промывки опалубки, а промазывать глиной — после. Одновременно с заделкой щелей вставляют деревянные пробки в отверстия от выпавших сучков.

Хранение опалубки

Изготовленную опалубку хранят в условиях, защищающих ее от действия атмосферных осадков и случайных повреждений. Помещения должны быть изолированы от проникания влаги во избежание ржавления металлических деталей.

Стальную инвентарную, а также комбинированную опалубку хранят в закрытых складах с бетонным полом, устанавливая щиты в вертикальное положение. Мелкие щиты (площадью до 0,5 м²) разрешено хранить в два яруса, отделяя их друг от друга подкладками из досок или брусков. Щиты больших размеров устанавливают в один ярус. Инвентарные элементы значительной длины (например, стойки, схватки и т. п.) размещают по маркам на специальных стеллажах. Мелкие элементы (замки, зажимы, болты, клинья и т. д.) укладывают в ящики.

Деревянную инвентарную опалубку можно хранить на открытом воздухе под навесом, располагая склад по возможности на ровном возвышенном месте, с которого обеспечен сток грунтовых и дождевых вод. Площадки под склад должны быть очищены от мусора и грязи, а в зимнее время — от снега и льда. С подштабельных мест удаляют траву и кустарник. Непосредственно перед укладкой щитов подштабельные места полезно посыпать тонким слоем негашеной извести. Под штабели щитов на землю укладывают горизонтально подкладки из брусков или бревен толщиной 150...200 мм, чтобы создать воздушную прослойку для вентиляции штабеля. Прокладки располагают с таким расчетом, чтобы каждый щит имел не менее чем две опоры, а расстояние

между подкладками было не более 1,5...2 м. В каждом штабеле следует укладывать щиты только одной марки. Если щиты состоят из рамки с обшивкой из досок или фанеры, то для вентиляции через каждые 3...4 ряда ставят прокладки из досок толщиной 40...50 мм, уложенных плашмя. Прокладки располагают строго друг над другом. Щиты укладывают рядами в одном направлении. Верхний ряд рекомендуется укладывать с некоторым уклоном, чтобы обеспечить быстрый сток дождевой и талой воды. Длину штабеля принимают равной длине щитов, высоту — не более 2 м.

Крупнопанельные щиты хранят в вертикальном или наклонном положении, для чего в центре подштабельного места устраивают специальные упоры из бревен или брусьев, а щиты располагают симметрично по обе стороны на лагах из бревен, уложенных на расстоянии 2...3 м друг от друга. Между штабелями опалубки устраивают проходы шириной не менее 6 м.

Ремонт и подготовка опалубки к повторному использованию

Инвентарную опалубку, поступающую на строительную площадку, принимает на учет бухгалтерия строительства наравне с прочим инвентарем. Для наблюдения за эксплуатацией такой опалубки следует выделять ответственное лицо из состава технического персонала стройки. В обязанности этого работника входит учет числа оборотов отдельных элементов в процессе эксплуатации, что необходимо для оценки качества принятой конструкции опалубки, для выявления ее достоинств и недостатков.

Мелкий ремонт опалубочных щитов (смена отдельных досок обшивки комбинированной и деревянной опалубки, исправление небольших вмятин стальных щитов и т. п.) осуществляют непосредственно на стройке. Опалубку с более серьезными неисправностями, требующими, например, полной смены обшивки или замены сложных элементов каркаса щитов и др., следует отправлять в приобъектную опалубочную мастерскую. Исправление щитов и других частей стальной опалубки осуществляют в механических мастерских.

Опалубка, бывшая в употреблении, должна быть подготовлена к повторному использованию, для чего выполняют следующее:

все элементы опалубки тщательно очищают от налипшего бетона скребками и проволоочными щетками, но ни в коем случае молотками, кувалдами и другими инструментами ударного действия;

все части инвентарной стальной, комбинированной и деревянной опалубки, не прилегающие к бетону, окрашивают масляной краской, причем окраску возобновляют в процессе эксплуатации опалубки не менее трех раз в год и обязательно при сдаче опалубки на хранение или перед отправкой ее на новый объект;

все поверхности опалубки, прилегающие к бетону, а также все резьбовые части креплений покрывают смазкой. Перед началом эксплуатации на опалубку, соприкасающуюся с бетоном, наносят смазку, предотвращающую сцепление ее с бетоном.

Нанесение смазки

Долговечность опалубки, качество бетонируемых конструкций и, наконец, производительность труда определяются не только конструктивными характеристиками системы опалубки, но и тем, как организован регулярный уход за палубой.

Смазывание опалубки выполняют для уменьшения сцепления палубы с бетонной поверхностью. Опыт строительных организаций, эксплуатирующих стальную и комбинированную опалубку, показал, что при регулярном нанесении смазки (после каждого оборота) срок службы стальных щитов превышает 120 оборотов, а комбинированных щитов — 50 оборотов, включая зимний период. Комплекты опалубки, эксплуатировавшиеся в тех же строительных организациях в одинаковых условиях, но без смазки, работали в 2...2,5 раза меньше, причем деформации элементов и отдельных деталей были значительно больше допустимых.

Применение инвентарной опалубки предусматривает обязательное нанесение смазки на палубы щитов и тщательную очистку их от остатков цементного раствора. Смазки должны отвечать требованиям:

не оставлять маслянистых пятен на бетоне (исключение допускается для случаев бетонирования конструкций, засыпаемых землей или покрываемых гидроизоляцией или облицовкой);

не уменьшать прочности поверхностного слоя бетона;

быть безопасными в пожарном отношении; не содержать летучие вещества, вредные для здоровья;

держаться на вертикальных и наклонных поверхностях не менее 24 ч при температуре 30°С.

Смазки готовят, как правило, в ремонтных мастерских, но иногда целесообразно получать их готовыми с заводов железобетонных изделий или домостроительных комбинатов.

Для смазывания палубы строители могут использовать различные эмульсионные составы типа вода — масло, вода — мыло — керосин, а также суспензии типа вода — мел, глина — масло, цемент — масло — вода.

Составы смазок могут быть различными в зависимости от вида опалубки и условий ее применения (табл. 1.11). В качестве универсальной смазки для опалубочных щитов, используемых при возведении железобетонных конструкций подземной части зданий применяют битумно-керосиновые смазки, получаемые растворением в керосине низкомарочных битумов. Такие смазки пригодны как для дощатых, так и для металлических и пластмассовых палуб. Для дощатых палуб рекомендуется пользоваться еще петролатумно-керосиновыми, петролатумно-соляровыми или парафино-соляровыми смазками.

Расход смазок зависит от способа нанесения их на поверхность опалубочной формы, консистенции смазки, температуры наружного воздуха, разницей во времени от установки опалубки на место до начала укладки бетонной смеси.

Для ориентировочного расчета расхода смазки для покрытия палуб различного типа можно использовать данные табл. 1.12.

При работе пневмопистолетом-распылителем меньше расходуется смазки при использовании более вязких составов. При нанесении кистью (особенно по горизонтальным поверхностям в зимний период) расход смазок может достигать 500 г/м² за счет более толстых слоев и локальных скоплений смазки (в выбоинах, вмятинах, местах стыка щитов).

Смазку целесообразно наносить на палубу щитов после сборки опалубочной формы. Это не только сокращает ее расход, но и повышает производительность труда. При этом должны быть приняты меры по защите

1.11. СОСТАВЫ СМАЗОК ДЛЯ ОПАЛУБКИ

Компонент	Состав, мас. ч	Оборудование для приготовления	Рекомендуемая область применения
Нигрол Мыло хозяйственное Вода	1...2 1...2 5...8	Вибрационный диспергатор	Горизонтальные поверхности стальной, комбинированной и деревянной опалубки, в том числе термоактивной; вертикальные поверхности деревометаллической и деревянной опалубки
Автол Мыло хозяйственное Вода	1...2 1 8...10	То же	То же
Мыло хозяйственное Керосин Соляное масло Вода	1 1 1 5...7	»	Стальная опалубка
Автол Цемент Вода	1 1 1	Сатуратор	Стальная, комбинированная и деревянная опалубки, в том числе термоактивная
Парафин Керосин	1 4	Смеситель с подогревателем	Стальная и деревянная опалубка
Битум нефтяной БМ-1, БМ-2 Керосин	1 3...5	То же	Опалубочные формы конструкций подземной части зданий
Нигрол Мыло хозяйственное Вода	5 1 27	Вибрационный диспергатор	Горизонтальные поверхности стальной опалубки
Кальцинированная сода Эмульсия ЭКГ Вода	1 12 87	Сатуратор	Стальная опалубка

1.12 РАСХОД СМАЗКИ ДЛЯ ОПАЛУБКИ, Г/М²

Материал палубы щитов	Нанесение смазки на горизонтально-наклонную поверхность		Нанесение смазки на вертикальную поверхность	
	кистью	пистолетом	кистью	пистолетом
<i>Летнее время</i>				
Сталь, пластмасса	350	300	430	400
Древесина	350	320	420	350
<i>Зимнее время</i>				
Сталь, пластмасса	400	300	400	350
Древесина	400	300	350	300

уложенного ранее бетона, оснований и арматуры от случайного попадания на них смазки, например, укрывание его брезентом или рогожей.

Смазку на доборы, а также на дополнительное покрытие тех мест опалубочной формы, где она по какой-либо причине удалена, наносят кистями или валиками из пористой резины. Но для покрытия основных поверхностей более целесообразно использовать пневмопистолеты-распылители.

Сопло пистолета или удочки располагают на расстоянии 0,8...1 м от палубы. Чтобы получить факел того или иного вида, используют сменные головки.

В последние годы и в нашей стране, и за рубежом для облегчения распалубливания железобетонных конструкций разрабатывают вопрос применения пластмассовых облицовок из полимерного материала толщиной 0,5...1,5 мм, монтируемых на собранных опалубочных панелях; облицовок из рулонного или плиточного полимерного материала толщиной до 3 мм, монтируемого на поверхности палубы точечным креплением.

Применение защитных покрытий поверхностей опалубки, контактирующих с бетонной смесью, обеспечивает: повышение качества лицевых поверхностей монолитных конструкций, исключение операций по очистке и смазыванию формирующих поверхностей опалубки; снижение трудоемкости распалубливания и повышение культуры производства работ; повышение долговечности опалубочных щитов.

ГЛАВА 8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ

Работы по установке и разборке опалубки на строительной площадке выполняют в строгом соответствии со СНиП III-4-80.

К работе допускают только тех работников, которые прослушали инструктивный курс по технике безопасности и сдали соответствующие экзамены.

Инженерно-технический персонал должен быть хорошо ознакомлен с проектом опалубочных работ, в частности со специальными требованиями и условиями производства работ, и в процессе строительства добиваться обязательного их выполнения. Рабочим комплексных бригад необходимо знать безопасные приемы производства всех работ, выполняемых данной бригадой.

Рабочие места должны быть свободны от материалов, мусора, отходов производства, хорошо освещены. Для опалубочных работ норма освещенности составляет 25 лк. Работать в неосвещенных местах запрещено.

Одновременное производство работ в двух и более ярусах по одной вертикали без соответствующих защитных устройств (настилов, навесов и т. п.) не допускается.

При работе на высоте более 1,5 м (если невозможно устроить ограждения) рабочих снабжают предохранительными поясами с карабинами и указывают места надежного закрепления цепи или каната предохранительного пояса.

Опалубка и поддерживающие ее леса должны быть прочны и устойчивы, для чего их необходимо выполнять в полном соответствии с проектом. Допустимые нагрузки на настилы устанавливают расчетом. Суммарный вес материалов, находящихся людей и транспортных средств не должен превышать допустимых нагрузок. Скопление людей на настилах лесов и опалубке перекрытий не допускается.

Установку разборно-переставной опалубки на высоте 5,5 м от земли или нижележащего перекрытия можно вести с приставных лестниц или переносных стремянок, имеющих наверху площадку с ограждением, а на высоте до 8 м — с передвижных тележек. При большей высоте для работы опалубщиков на лесах устраивают настилы.

Настилы лесов, подмостей и стремянок, расположенных выше 1,1 м от уровня земли или перекрытия, оборадуют перильным ограждением высотой не менее 1 м, состоящим из остроганного поручня, одного горизонтального элемента и бортовой доски высотой не менее 150 мм. Бортовые доски следует ставить на настил, а элементы перил крепить к стойкам с внутренней стороны. Высоту проходов на лесах оставляют не менее 1,8 м. Установленная опалубка перекрытий должна иметь ограждение по всему периметру.

За состоянием всех конструкций лесов и подмостей, в том числе соединений, креплений и ограждений, необходимо систематическое наблюдение. Состояние лесов и подмостей должен ежедневно перед началом смены проверять мастер, руководящий соответствующим участком работ на данном объекте.

Устанавливать кранами крупнопанельные щиты, опалубочные и арматурно-опалубочные блоки и панели, собранные из инвентарных щитов, можно в том случае, если элементы составляют жесткую систему. Освободить установленный элемент от крюка подъемного механизма разрешено после его закрепления постоянными или временными связями (согласно проекту) и проверки надежности закрепления.

Разборку опалубки начинают только с разрешения производителя работ или мастера, а в особо серьезных случаях (например, при сооружениях больших пролетов, тонкостенных конструкциях и т. п.) — с разрешения ответственного руководителя строительства. Перед началом разборки опалубки несущих конструкций (колонн, балок, плит и пр.) строительная лаборатория должна проверить прочность бетона. Осмотром и простукиванием нужно убедиться в отсутствии трещин и других дефектов, могущих повлечь за собой недопустимые прогибы или обрушение конструкции при снятии опалубки.

При разборке опалубки необходимо принимать меры против падения элементов опалубки, обрушения поддерживающих лесов или конструкций. Запрещено складывать на подмостях демонтированные элементы. Их надо сразу спускать на землю, сортировать и складывать в штабеля. Из досок необходимо удалять торцевые гвозди и скобы. Запрещено даже на короткое время укладывать доски или щиты остриями гвоздей, скобами вверх. Все отверстия, оставленные в перекрытиях,

должны быть после снятия опалубки надежно заделаны или ограждены.

Леса разбирают, начиная с верхних ярусов, и опускают составные части при помощи кранов или простых механических приспособлений. Валить леса, а также сбрасывать с них отдельные элементы запрещено. Во время грозы и при ветре силой более 6 баллов работу с лесов, а также их монтаж и демонтаж следует прекращать.

Приготовление и нанесение любых смазок на поверхности опалубки необходимо выполнять с обязательным соблюдением всех требований санитарии и техники безопасности, так как многие смазки на основе петролатума, нигрола, автола, солярового масла вызывают раздражения слизистых оболочек носа и рта, оказывают вредное действие на кожный покров рук.

РАЗДЕЛ II. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 9. АРМАТУРНАЯ СТАЛЬ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ

Общие сведения об арматуре

Сопротивление бетона растяжению в 10...15 раз меньше, чем сжатию, поэтому для повышения несущей способности бетонных конструкций в них замоноличивают стальные стержни — арматуру, располагаемую главным образом в растягиваемых частях (рис. II.1). В отдельных случаях арматуру применяют для усиления бетона против сжимающих усилий.

Совместная работа бетона и стали эффективна благодаря следующим условиям:

бетонная смесь при затвердевании прочно сцепляется со стальными стержнями;

бетон защищает стальную арматуру от воздействия влаги, предохраняет ее от коррозии и огня;

сталь и бетон практически одинаково удлиняются при нагревании и сжимаются при охлаждении, поэтому при изменении температуры сцепление между этими материалами не нарушается.

Железобетонные конструкции разделяют на обычные, с ненапряженной арматурой и предварительно напря-

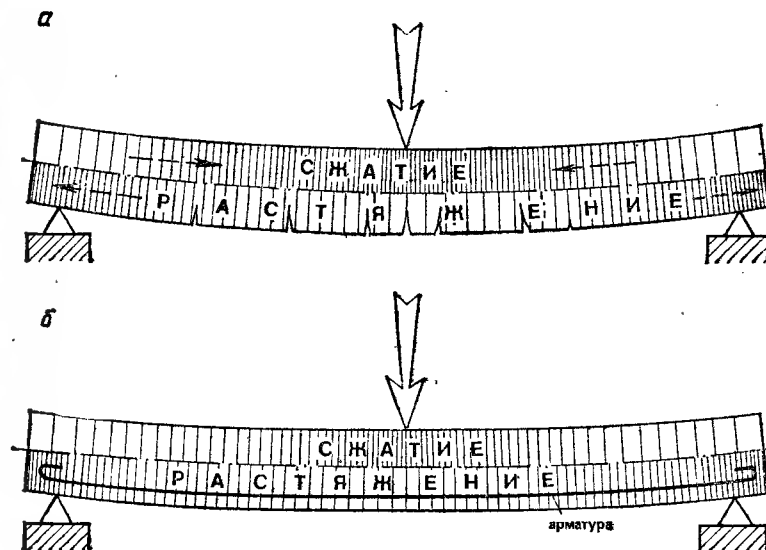


Рис. II.1. Схема работы блока при изгибе
а — бетонной; б — железобетонной

женные, в которых бетон до приложения эксплуатационных нагрузок обжимают натягиваемой арматурной проволокой, создающей в нем напряжения сжатия.

Расход стали для армирования железобетонных конструкций колеблется в среднем в пределах 50...70 кг на 1 м³ бетона.

При массовом применении железобетонных конструкций и большом объеме строительства в нашей стране экономия металла имеет первостепенное значение. Она может быть достигнута использованием сталей с повышенными механическими свойствами, а также соблюдением технологических требований.

В настоящей книге описана технология арматурных работ, связанных с возведением железобетонных конструкций, где применяют ненапряженную арматуру.

Классификация и сортамент арматурной стали

Арматурную сталь, применяемую для армирования железобетонных конструкций, классифицируют по следующим признакам: основной технологии изготовления, профилю, условиям применения и вида поставки.

В зависимости от основной технологии изготовления арматурную сталь разделяют на две основные группы: *стержневую*, получаемую горячей прокаткой стали; *проволочную*, получаемую в результате волочения стали в холодном состоянии.

По профилю стержневую и проволочную арматурную сталь разделяют на *гладкую* и *периодического профиля*. Последняя имеет лучшее сцепление с бетоном благодаря наличию ребер на ее поверхности.

Стержневую арматурную сталь по виду последующей упрочняющей обработки разделяют на *горячекатаную; упрочненную в холодном состоянии; термически упрочненную после проката*. Кроме того, в зависимости от гарантируемых механических свойств стержневую арматурную сталь делят на классы (табл. II.1).

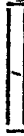
Горячекатаная арматурная сталь гладкого профиля имеет класс А-I. Класс горячекатаной арматурной стали периодического профиля может быть определен по рисунку поперечных выступов на поверхности стержня и по окраске концов стержней. Если стержни имеют на поверхности выступы, расположенные по винтовой линии, это значит, что они изготовлены из стали класса А-II. У стержней из стали классов А-III и А-IV выступы расположены под углом друг к другу, «в елочку».

Для предварительно напряженных конструкций применяют высокопрочную арматуру: горячекатаную класса А-V и термически упрочненную классов Ат-IV... Ат-VI, где индекс «т» обозначает, что арматура прошла термическую обработку.

Для арматурной стали, упрочненной вытяжкой, установлено два класса, которые имеют обозначения, соответствующие классу исходной горячекатаной арматурной стали, но с добавлением индекса «в» (вытяжка): А-IIв и В-IIIв. Из волоченой проволочной стали изготовляют арматуру основных видов: арматурную проволоку и арматурные проволочные изделия (сетки, каркасы). Арматурную проволоку делят на обыкновенную (низкоуглеродистую), изготовленную из стали класса В-I, и высокопрочную (углеродистую), изготовленную из стали класса В-II.

Высокопрочная и обыкновенная проволочная арматурная сталь бывает гладкой и периодического профиля. При обозначении периодического профиля к букве «В» (волоченая) добавляют букву «р» (рифленая),

II.1. КЛАССИФИКАЦИЯ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

Вид арматурной стали (эскиз)	Название	Класс	Вид поставки
	Стержневая гладкая	А-I	Диаметром 6 ... 14 мм — в мотках (бунтах);
	Стержневая горячекатаная периодического профиля	А-II	Диаметром 10 ... 12 мм — в мотках (бунтах); 10 ... 80 мм — в прутках
	То же	А-III; А-IV; А-V; Ат-IV; Ат-V; Ат-IV; Ат-VI; Ат-VII	Диаметром 6 ... 12 мм — в мотках (бунтах); 10 ... 40 мм в прутках
	Проволочная гладкая	В-I	В мотках (бунтах)
	Проволочная обыкновенная периодического профиля	Вр-I	То же
	Проволочная высокопрочная гладкая	Вр-II	»
	Проволочная высокопрочная периодического профиля	Вр-II	»

например Вр-II. Арматурную проволоку из стали класса В-I используют для изготовления сварной ненапрягаемой арматуры, а из класса В-II — напрягаемой арматуры.

Горячекатаная арматурная сталь классов А-I и А-II предназначена для употребления в качестве ненапрягаемой арматуры в обычных железобетонных конструкциях.

Напрягаемую арматуру из стали классов А-I и А-III используют в основном при изготовлении сварных арматурных изделий, поэтому к этим сталям предъявляют повышенные требования в отношении свариваемости контактной сваркой (стыковой и точечной, дуговой, шовной, ванной и сваркой под флюсом).

Горячекатаную сталь, упрочненную вытяжкой, например, класса А-IIв и А-IIIв, предназначают главным образом для изготовления отдельных стержней напрягаемой арматуры в предварительно напряженных железобетонных конструкциях. При необходимости ее можно использовать и для изготовления ненапрягаемой арматуры.

Термически упрочненную арматурную сталь употребляют только для несварной напрягаемой арматуры в предварительно напряженных железобетонных конструкциях.

Обыкновенную арматурную проволоку из стали класса В-II применяют при изготовлении арматурных сеток и каркасов контактной точечной сваркой. Допускают использование этой проволоки и при изготовлении вязаных каркасов балок высотой не более 400 мм и колонн.

Высокопрочную проволоку из стали классов В-II и Вр-II используют в качестве отдельных элементов несварной напрягаемой арматуры, а также как непрерывную арматуру предварительно напряженных конструкций.

Для изготовления арматуры железобетонных конструкций применяют низкоуглеродистую, средне- и высокоуглеродистую сталь. Низкоуглеродистая сталь содержит менее 0,25 % углерода, среднеуглеродистая — 0,25...0,6%; высокоуглеродистая — 0,6...2%.

Количество углерода в стали резко влияет на ее свойства. С увеличением содержания углерода прочность и твердость стали увеличивается, при этом она становится более хрупкой и хуже сваривается. В целях улуч-

шения некоторых свойств стали в сплав дополнительно вводят так называемые легирующие добавки (например, хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий), иногда 5...6 видов металла. Легированную сталь получают также увеличением содержания в сплаве кремния и марганца. Легированная сталь обладает в одних случаях повышенной прочностью, в других — повышенной твердостью, коррозионной стойкостью.

По суммарному содержанию легирующих добавок сталь делят на три группы: низколегированная — до 5 %; среднелегированная — 5...10 %; высоколегированная — свыше 10 %. Содержание различных элементов в стали (ее химический состав) отражает ее марка.

В стандартах и в написании марок стали приняты следующие обозначения металлов, добавляемых в сплав: Г — марганец; С — кремний; Т — титан; Ц — цирконий; М — молибден; Х — хром. Первые цифры марки указывают содержание углерода в сотых долях процента. Цифры после буквенных обозначений указывают содержание элемента, соответствующего этому обозначению, в процентах. Отсутствие цифры указывает, что содержание элемента не превышает 1 %. Например, марка арматурной стали 35ГС обозначает, что среднее содержание в ней углерода составляет 0,35 %, а марганца и кремния не более чем по 1 %.

Основные свойства арматурной стали

Сталь, используемая в качестве арматуры железобетонных конструкций, должна иметь достаточную прочность, пластичность, и свариваемость.

Прочностью называют способность стали сопротивляться разрушению под действием различных внешних сил (нагрузок).

Силы могут действовать на сталь по-разному: растягивать ее, сжимать, прогибать, скручивать, срезать. В соответствии с этим различают прочность на растяжение, сжатие, прогиб, кручение и срез.

Для арматурной стали наиболее типична работа под действием растягивающих сил. Прочность арматурных сталей на растяжение характеризуется временным сопротивлением разрыву и пределом текучести (табл. II.2). Если начался процесс текучести, т. е. арматура получает значительные удлинения, в бетоне возникают недопустимо большие трещины и процесс удлинения армату-

II. 2. ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

Название	Класс	Марка	Диаметр, мм	Механические свойства		
				Предел текучести, МПа	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Стержневая горячекатаная	A-I	Ст3	6...40	240	380	25
	A-II	Ст5; 10ГТ	10...90	300	500	19
			14...32	300	450	29
	A-III	25Г2С; 35ГС;	6...40	400	600	14
	A-IV	30ХГ2С; 65ГС; 20ХГ2Ц; 80С	10...32	600	900	6
	A-V	23Х2Г2Т	10...32	400	1000	7
Стержневая горячекатаная, упрочненная вытяжкой	A-IIIв	Ст5	10...90	450	500	8
	A-IIIв	25Г2С	10...40	550	600	6
Проволочная холоднокатаная	B-I	3...55	3...55	600	550	22
			6...8	500	450	25
Стержневая горячекатаная термоупрочненная	At-IV	30ХГС	10...32	1000	1850	8
	At-V	20ХГС2; 20ГС; 08Т2С	10...32	800	1200	6
	At-IV	20ГС	10...28	1000	1250	6
Проволочная высокопрочная гладкая	B-II	—	3	152	1900	4
			4	1440	1800	4
			5	1360	1700	4
			6	1280	1600	5
			7	1200	1500	5
			8	1120	1400	5
Проволочная высокопрочная периодического профиля	Bp-II	—	3	1440	1800	4
			4	1360	1700	4
			5	1280	1600	4
			6	1200	1500	5
			7	1220	1400	6
			8	1040	1300	6

ры заканчивается разрушением железобетонной конструкции. Если же будет достигнут предел прочности арматуры, произойдет ее разрыв и железобетонная конструкция разрушится мгновенно. Для установления прочностных свойств изготовленной арматурной стали ее испытывают помимо растяжения на изгиб в холодном состоянии. Для этого образец изгибают под углом $45^\circ \dots 180^\circ$, в зависимости от марки стали, вокруг оправки диаметром 1...5 диаметров образца. После изгиба на внешней растянутой стороне образца не должно быть никаких трещин, отслоений или излома.

Проводят также испытания стали на удар, определяя этим ее способность сопротивляться возникающим в процессе работы динамическим воздействиям. Испытание стали на удар позволяет узнать степень ее хрупкости, качество обработки и ударную вязкость (отношение работы, затраченной на разрушение образца к площади его поперечного сечения в месте излома). Ударная вязкость стали весьма важный показатель, влияющий на прочность конструкций, которые подвержены динамическим нагрузкам при значительной отрицательной температуре воздуха.

Виды арматуры

Классификация по назначению. Рабочая арматура. Воспринимает усилия, возникающие в железобетонных конструкциях от внешних нагрузок и собственного веса.

Распределительная арматура. Равномерно распределяет усилия между стержнями рабочей арматуры, обеспечивает их совместную работу, препятствует смещению отдельных стержней при бетонировании конструкции. В местах пересечения стержни распределительной и рабочей арматуры сваривают или соединяют вязальной проволокой.

Монтажная арматура. Служит для сборки арматурного каркаса железобетонной конструкции, если для этой цели недостаточно распределительной арматуры.

В качестве примера на рис. II.2 показана арматура основных элементов железобетонных конструкций. Арматура колонны (рис. II.2, а), состоит из вертикально расположенных рабочих стержней и хомутов. Хомуты

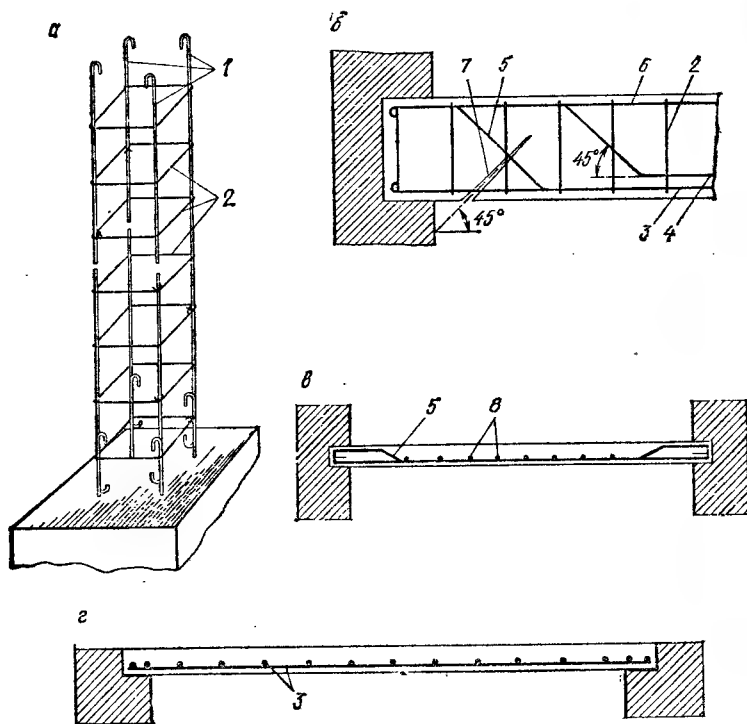


Рис. 11.2. Арматура основных элементов железобетонных конструкций
 а — колонны; б — балки; в — плиты, работающей в одном направлении; г — плиты, работающей в двух направлениях; 1 — вертикальные рабочие стержни (стояки); 2 — распределительные хомуты; 3 — прямые стержни рабочей арматуры; 4, 5 — отогнутые стержни рабочей арматуры; 6 — стержни монтажной арматуры; 7 — возможная трещина около опоры; 8 — распределительная арматура

в данном случае являются и распределительной, и монтажной арматурой. Кроме того, хомуты предохраняют сжатые стержни рабочей арматуры от выпучивания.

Арматура балки (рис. 11.2, б) состоит из рабочей арматуры, расположенной в нижней части балки, где при изгибе возникают наибольшие растягивающие усилия. В вязаных каркасах часть стержней рабочей арматуры отгибают под углом 45° и переводят в верхнюю часть балки. Такие отгибы стержней предназначены для того, чтобы воспрепятствовать возможному появлению косых трещин около опоры балки.

Арматура плиты, работающей в одном направлении (рис. 11.2, в), состоит из рабочих стержней и распре-

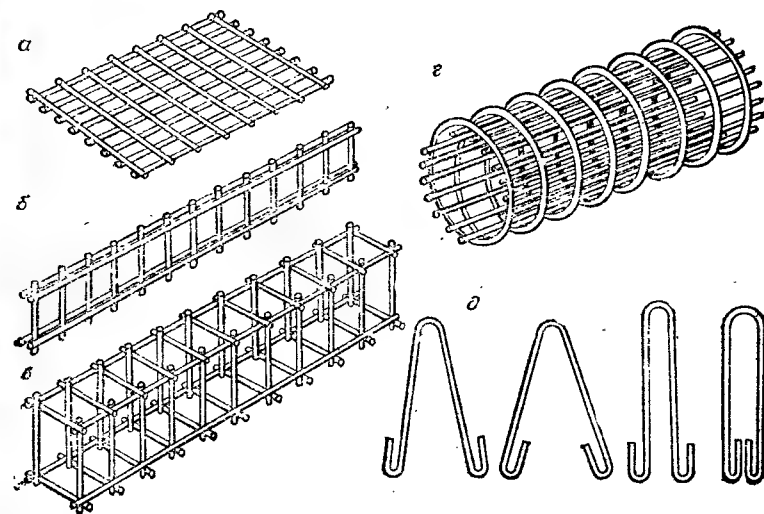


Рис. 11.3. Арматурные изделия
 а — сетка; б — плоский каркас; в — пространственный (объемный) каркас прямоугольного сечения; г — то же, круглого сечения; д — монтажные петли

лительных, расположенных к ним под прямым углом. В плитах, так же как и в балках, при использовании арматурных вязаных сеток иногда делают отгибы. В плитах, работающих в двух направлениях (рис. 11.2, г), арматура в обоих направлениях рабочая.

Классификация по конструкции. Сварные арматурные сетки. Состоят из отдельных стержней, расположенных в двух взаимоперпендикулярных направлениях и соединенных в местах пересечения контактной точечной сваркой (рис. 11.3, а). Сортамент на сварные сетки охватывает 26 типоразмеров сеток, предусмотренных ГОСТ 8478—81. Сетки изготовляют из стальной низкоуглеродистой холоднокатаной проволоки диаметром 3...7 мм по ГОСТ 6727—80, а также из горячекатаной стали класса А-III периодического профиля по ГОСТ 5781—82 (табл. 11.3). Поставляют сетки в виде рулонов и плоских элементов.

Плоские каркасы. Такие элементы обычно состоят из двух—четырех продольных рабочих стержней и соединяющих их поперечных (рис. 11.3, б). Продольные стержни могут быть спаренными и располагаться с одной или двух сторон по отношению к поперечным. Плоские каркасы не унифицированы. Из практики установле-

II.2. РАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНЫХ СЕТОК (РАЗМЕРЫ ДАНЫ В ММ)

Эскиз	Тип сетки	И	V	d_1	d_2	Z	B
	С рабочими стержнями в продольном направлении и распределительными стержнями в поперечном направлении	100 200 300 400	300 300 600 600	10...40	6...16	850...11950 (через 300)	650...3050
	С рабочими стержнями в поперечном направлении и распределительными в продольном направлении	300 400 100 100	100 200 100 200	6...16	10...95	850...5990 (через 300)	650...3050
	С рабочими стержнями в продольном и поперечном направлении	200 200 200 300 300	100 200 310 200 300	10...25 или 6...16	6...16 или 10...25	850...5990 (через 100)	650...3050

но, что шаг продольных и поперечных стержней целесообразно назначать кратным 50 мм. В целях экономии металла поперечные стержни следует располагать с переменным шагом. При использовании плоских каркасов отпадает необходимость в обычных хомутах.

Пространственные (объемные) каркасы. Собирают их из плоских сеток (рис. II.3,а), а для железобетонных труб и свай применяют наливку спирали на продольную арматуру (рис. II.3,б) со сваркой мест пересечений. Применяют также предварительный изгиб спирали с последующей ее раскаткой и приваркой (или привязкой) к продольным стержням.

Использование таких конструкций позволяет значительно сократить число типоразмеров и улучшить технологичность изготовления арматурных изделий.

В строительстве применяют иногда арматурные несущие каркасы, которые позволяют обойтись без специальных лесов, поддерживающих опалубку; и таким образом уменьшить расход лесоматериалов, а также сократить трудоемкость и сроки работ.

В несущих каркасах кроме арматурных стержней круглого сечения используют жесткие прокатные профили (уголки), полосовую и квадратную сталь. Принадлежностью почти каждого сборного железобетонного элемента являются монтажные петли (рис. II.3,д), необходимые для строповки при подъеме и установке каркаса. Для сварного соединения сборных железобетонных элементов между собой при монтаже служат закладные детали, представляющие собой конструктивные элементы из стержневой арматуры и плоской прокатной стали (рис. II.4). От прочности и жесткости сварных соединений закладных деталей во многом зависят эксплуатационные качества стыков и сооружений в целом.

Для соединения элементов закладных деталей используют дуговую и контактную сварку, а также сварку под слоем флюса.

В целях экономии металла находят применение закладные детали, изготовленные штампованием из листовой стали.

Проволочные пучки. Применяют при изготовлении предварительно напряженных конструкций. Они представляют собой плотно прилегающие или находящиеся на некотором расстоянии одна от другой прово-

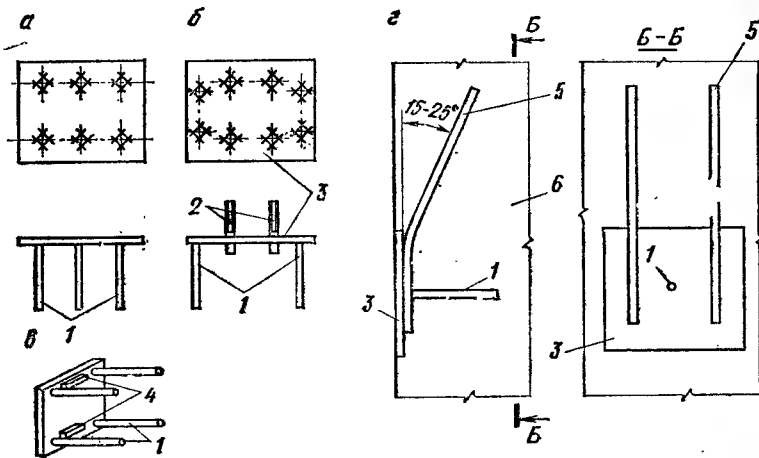


Рис. 11.4. Закладные детали

а — опорный лист (пластина); б — опорный лист с анкерными болтами; в — закладная деталь для вертикальной поверхности; г — закладная деталь с анкерами, приваренными тавровыми и нахлесточными швами; 1 — анкерные стержни с тавровыми швами; 2 — анкерные болты с резьбой; 3 — пластины; 4 — упорные пластины; 5 — анкерные стержни с нахлесточными швами; 6 — бетон

локи или канаты, объединенные на концах анкерным устройством. Концы проволоки в анкерных устройствах заливают бетоном или цветным сплавом с опрессовкой гильз.

В связи с широким развитием строительства из железобетона и соответственно большим потреблением стали возникла необходимость частичной замены стальной арматуры другим материалом. Одним из таких заменителей является стеклопластиковая арматура, применяющаяся в виде шнуров, лент и жгутов различной конструкции. Ее отличает весьма высокое временное сопротивление разрыву (1200...1500 МПа). Прочность стеклянных нитей толщиной 3...6 мкм может достигать 600...700 МПа, что в 3,5...4 раза выше, чем прочность высокопрочной проволоки. Модуль упругости стеклянного волокна равен 70 000 МПа.

К натяжным устройствам стекложгуты присоединяют с помощью различных механических приспособлений, а также приклеивают смолами, твердеющими в холодном состоянии.

Поступающая от заводов-изготовителей арматура подлежит обязательной приемке. Приемка заключается в сопоставлении результатов внешнего осмотра и замера с данными, приведенными в сертификатах. Если проводились контрольные испытания, то результаты сопоставляют с требованиями соответствующих государственных стандартов или технических условий.

Гарантия завода-изготовителя в отношении качества стали, как правило, подтверждается специальным документом-сертификатом, где указывают наименование завода-изготовителя, номер партии поставляемой арматуры, дату выпуска, класс и марку стали, ее химический состав, диаметр и механические свойства. Сертификат должен быть приложен к каждой партии поставляемой арматуры.

Контрольные испытания при приемке арматуры необходимо выполнять в следующих случаях: сталь поступила без сертификата; есть сомнения в правильности данных, содержащихся в сертификате; сталь предназначена для использования в качестве напрягаемой арматуры; в проекте изготовления конструкций оговорена обязательность контрольных испытаний.

В этих случаях арматуру разделяют на партии. В партию входит арматура, доставленная одновременно с одного завода, у которой одинаковы: класс, марка и технология упрочнения стали, диаметр и профиль стержней. От каждой партии отбирают образцы и испытывают их на растяжение и изгиб в холодном состоянии. Число образцов для контрольных испытаний, порядок их отбора и методику испытаний принимают в соответствии с действующими государственными стандартами. Если арматура не удовлетворяет предъявляемым требованиям, то вопрос о ее использовании решают особо в каждом отдельном случае и обязательно согласовывают с проектной организацией, разработавшей проект изготовления конструкций. Перед использованием арматуры с нее должны быть удалены окалина, ржавчина, а также масло, краска и другие загрязнения.

Очистку арматурной стали выполняют, как правило, механическими способами, используя стальные дисковые электрошетки или протягивая арматуру через вибропесочницы.

Сталь в мотках, употребляемая после обработки на правильно-отрезных станках, не требует дополнительной очистки.

Приемка и складирование арматуры

Правильная организация складского хозяйства предохраняет арматурные изделия от коррозии, а также создает удобство выполнения складских и погрузочно-разгрузочных работ.

Приемку арматуры выполняют по сертификатам с обязательной проверкой наличия металлических бирок, которыми завод-изготовитель обязан снабдить каждые моток, пучок и пакет. Поступающую после проверки по сертификатам арматуру размещают на складе отдельно по маркам, видам (диаметру и длине). При этом не допускается укладывать ее на земляной пол. Не рекомендуется многократный перенос проволоки с холода в тепло, что приводит к ее ржавлению (следует отметить, что тонкий слой ржавчины, легко поддающийся удалению, не является дефектом арматуры).

Холоднотянутая проволока-катанка диаметром до 10 мм и сталь периодического профиля диаметром до 9 мм поступает на склад в бухтах. Арматура диаметром выше указанного поступает в прутках длиной от 4 до 12 м (а по особому заказу до 24 м), связанных в пучки массой до 10 т. Метизные и арматурно-сварочные заводы поставляют также товарные арматурные рулонные и плоские сетки, плоские каркасы и закладные детали. Холоднокатаную проволоку следует хранить в сухих закрытых помещениях, стержневую арматуру — на стеллажах или в штабелях высотой не более 2 м.

Транспортирование проволочной арматуры осуществляют в бухтах: проволоку диаметром более 5 мм — в бухтах диаметром не менее 2 м, более 5 мм — в бухтах диаметром 2,5 м.

Способы укладки и хранения должны обеспечивать полную сохранность изделий, удобство и низкую стоимость всех складских операций, а также быстроту и удобство учета и контроля материалов на складе.

ГЛАВА 10. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА АРМАТУРЫ

Упрочнение арматуры

Стержневую горячекатаную сталь периодического профиля применяют в качестве арматуры железобетонных конструкций, как правило, в том виде, в каком ее получают после прокатки или термического упрочнения. Упрочнение арматурной стали выполняют в основном на метизных или металлургических заводах и в очень небольшом объеме, как исключение, на предприятиях строительной индустрии. В последнем случае применяют два вида упрочнения стали: механическое и термическое.

Сущность механического упрочнения состоит в том, что возникающие в металле пластические деформации приводят к повышению его прочности до 50 % первичной прочности.

Механическое упрочнение волочением заключается в протяжке проволоки диаметром до 10 мм через глазки (фильеры) волочильных досок, в результате чего проволока уменьшается в диаметре и увеличивается по длине. Проволоку, подвергнутую волочению, называют холоднотянутой.

Арматуру диаметром более 10 мм упрочняют вытяжкой или сплющиванием. В первом случае с этой целью применяют гидродомкраты или лебедки, а во втором — станки с профилированными валками, создающими арматуру периодического профиля. Термическая обработка металлов и сплавов заключается в сообщении определенных свойств (твердости, вязкости, электропроводности, удельного объема и т. д.) нагревом и охлаждением с определенными скоростями в определенных интервалах температур. Термическая обработка для железных сплавов происходит при $t \leq 900^\circ\text{C}$ и только в исключительных случаях, когда надо получить быстрорежущую сталь, применяют более высокую температуру (1350°C).

Обработка арматуры на правильно-отрезных станках

Арматура из стали классов А-I, А-II, В-I и Вр-I диаметром до 14 мм поступает с заводов в бухтах. В арматурных цехах ее подвергают следующим операциям: разметке, правке, очистке, отмериванию и резанию на

мерные длины. Все эти операции выполняют на автоматических правильно-отрезных станках, основными рабочими узлами которых являются механизмы правки, подачи и резания, а также приемно-отмеривающее устройство (рис. 11.5). Проволоку, помещенную в бухте на вертушке, протягивают для правки через барабан непрерывно вращающимися подающими роликами. Резание осуществляют летучими ножами без остановки движения проволоки следующим образом. Проволока поступает в приемную часть станка и, упираясь в концевой электровыключатель, замыкает цепь привода ножей. Для получения прутков нужной длины на станке имеется отмеривающее устройство, которое связано с концевым электровыключателем. Ножи отрезают пруток, который сбрасывается в приемный лоток.

При этом вращающиеся ножи делают часть оборота или полный оборот, а рычажные и летучие перемещаются вниз или вверх и после отрезания стержня возвращаются в исходное положение.

Правка, очистка и резание арматуры

Правка арматуры. Для правки стержней диаметром свыше 14 мм используют приводные станки для изгиба арматуры. Ручную правку арматуры меньших диаметров выполняют с помощью специальных плит (рис. 11.6, а и б) или накладных ключей (рис. 11.6, в), изготовленных из стали Ст5. Стержни арматуры закладывают между уголками или штырями и правят их выгибом или с помощью ключа. Рабочее место для правки арматурных стержней организуют следующим образом. На противоположных углах верстака укрепляют две правильные плиты. С одной стороны верстака, вплотную к нему устанавливают ряд высоких подставок, а с другой, отступая на 300 мм, — ряд низких подставок, соединенных с верстаком скатами. Правку выполняет звено, состоящее из двух арматурщиков 3- или 4-го разряда. Один из них подносит и укладывает на подставки стержни, подлежащие правке, другой правит их на плитах, действуя стержнем как рычагом, и выправленные стержни скатывает на низкие подставки.

Очистка арматуры. Для очистки стержней кроме ручных металлических щеток используют специальный станок (рис. 11.7), на котором можно очищать армату-

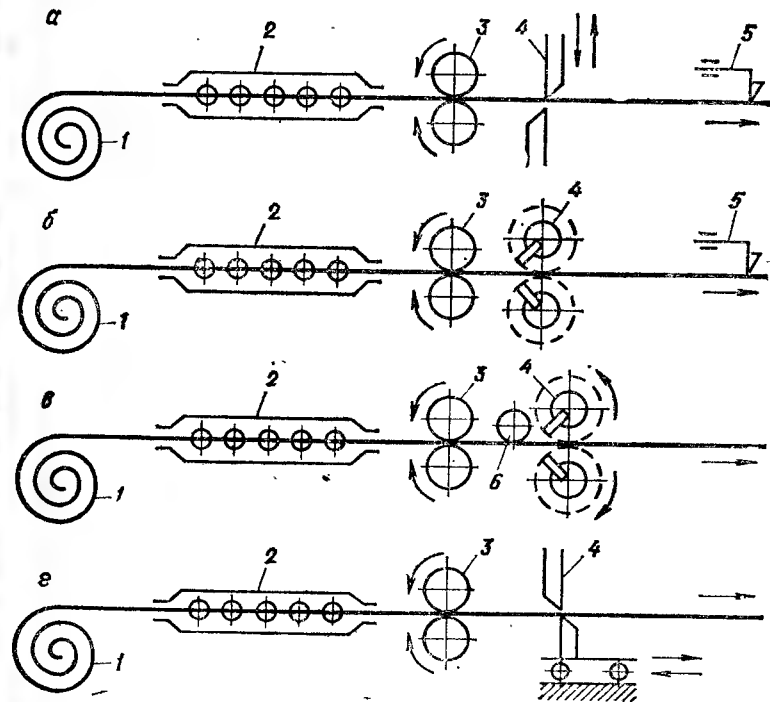


Рис. 11.5. Схемы правильно-отрезных станков
а — с рычажными ножами и концевым выключателем; б — с вращающимися ножами и концевым выключателем; в — с вращающимися ножами и мерительным роликом; г — с летучими ножами и концевым выключателем; 1 — вертушка; 2 — барабан правки; 3 — подающие ролики; 4 — ножи; 5 — концевой выключатель; 6 — мерительный ролик

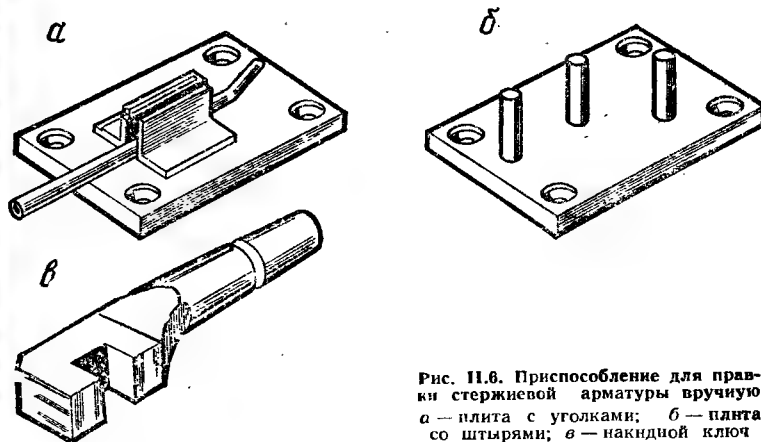


Рис. 11.6. Приспособление для правки стержневой арматуры вручную
а — плита с уголками; б — плита со штырями; в — накладной ключ

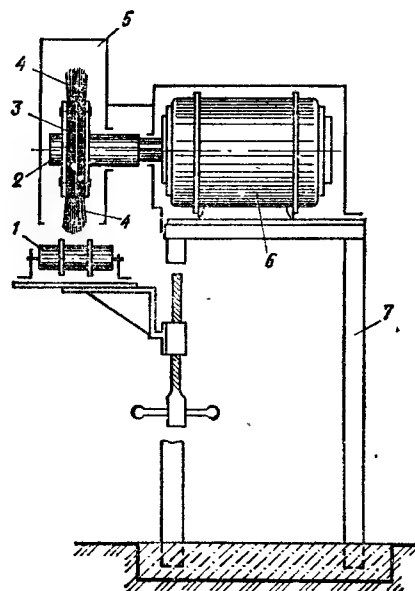


Рис. 11.7. Станок для очистки стержней от ржавчины
1 — ролики для поддержания очищаемого стержня; 2 — втулка; 3 — зажимные диски; 4 — стальные щетки; 5 — кожух; 6 — электродвигатель; 7 — станина

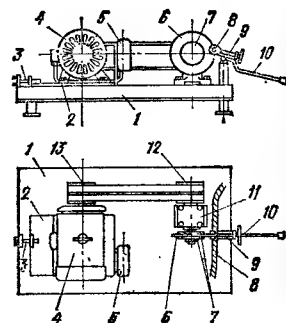


Рис. 11.8. Станок для термофрикционного резания кабелей
1 — рама; 2 — подвижная плита; 3 — натяжной винт подвижной плиты; 4 — электродвигатель; 5 — магнитный пускатель; 6 — режущий диск; 7 — прижимные шайбы; 8 — стальной канат; 9 — зажим; 10 — рычаг для подачи каната к диску; 11 — корпус для крепления подшипников; 12 — ведомый шкив; 13 — ведущий шкив

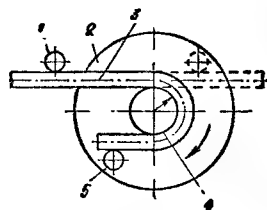


Рис. 11.9. Схема изгиба арматурного стержня на механическом станке
1 — упорный ролик; 2 — рабочий диск; 3 — стержень; 4 — центральный ролик; 5 — изгибающий ролик

ру гладкую и периодического профиля, причем любого диаметра. Конструкция станка проста и его легко изготовить в любой строительной организации.

Рабочая часть станка заключена в защитный кожух. Стальные щетки, которые выполнены из концов использованного каната, зажимают между тремя дисками, надетыми на втулку. Ниже на кронштейне располагают два ролика, на которые укладывают арматуру. По мере очистки арматура продвигается по роликам вперед. Применение такого станка позволяет увеличить произ-

водительность труда в 8 раз по сравнению с ручной очисткой.

Резание арматуры. Арматурную сталь, поступающую в прутках, режут на стержни требуемой длины на механических приводных станках. При небольшом объеме работ для этой цели используют ручные пресс-ножницы.

Промышленность выпускает несколько моделей приводных станков для резки арматурной стали: С-150А, СМЖ-172, С-229А, СМЖ-133, НА-633, Н-5222 — для стали диаметром до 40 мм и С-445М для стали диаметром до 70 мм.

На приводных станках можно одновременно разрезать несколько стержней в зависимости от их диаметра и мощности станка (табл. 11.4).

II. 4. РЕКОМЕНДУЕМОЕ ЧИСЛО ОДНОВРЕМЕННО РАЗРЕЗАЕМЫХ СТЕЖНЕЙ

Станок	Класс стали	Диаметр стержней, мм					
		10	16	25	32	36	40
СМЖ—172А(С-370А); С-150А	А-I	10	5	2	1	1	1
СМЖ-133 (СМ-3002)	А-II	9	4	1	1	—	—
	А-III	7	3	1	—	—	—
С-445М	А-I	10	8	3	1	1	1
	А-II	10	7	2	1	1	1
	А-III	10	5	1	1	—	—
НА-633	А-I	10	6	2	1	1	1
Н-5222	А-II	9	4	1	1	1	1
	А-III	7	3	1	—	—	—

Существуют также универсальные станки, позволяющие резать не только круглые арматурные стержни, но и сортовой, и фасонный прокат: угловую, полосовую, листовую, швеллерную; двухтавровую сталь. Промышленность выпускает два типа моделей универсальных станков: с рычажными ножами — СМЖ-588, ИО-35В, И-61-18 и с вращающимися ножами — СМЖ-357, СМЖ-192, АКС-5007.

Арматурщик при работе на станке обязан соблю-

дать правила техники безопасности. Перед началом работы необходимо проверить состояние станка, исправность пусковых и тормозных приспособлений, наполненность масленок. Установку ножей проверяют, провертывая шкив вручную. Болты, крепящие нож в станине, надо регулярно осматривать и подкручивать до отказа. Периодически следует проверять исправность заземления.

При резании стержни следует держать так, чтобы расстояние от рук до ножа было не менее 200 мм. Резание арматурных стержней длиной не менее 300 мм правилами техники безопасности запрещено.

Резание высокопрочной проволоки и канатов на мерные длины может быть организовано на обычных правильно-отрезных станках. Однако в ряде случаев, например при изготовлении пучков, размотку бухт проволоки и отрезание мерных длин осуществляют дисковыми термофрикционными пилами. С помощью таких пил выполняют также резание канатов (рис. 11.8).

Термофрикционное резание происходит при соприкосновении стального диска с разрезаемым канатом, в результате чего металл в зоне пропила разогревается до температуры плавления и выбрасывается дисковой пилой. При этом диск, контактирующий с поверхностью разрезаемого материала поочередно всеми точками обода, не нагревается. Для предотвращения коробления режущего диска диаметром 320 мм и толщиной 4 мм вследствие неравномерного распределения температуры по окружности его зажимают двумя шайбами большого диаметра. Необходимое натяжение клинового ремня осуществляют винтом подвижной плиты. При мощности электродвигателя 7,5 кВт и частоте вращения диска 1200 мин⁻¹ канат диаметром 22 мм разрезают за 5...7 с.

Наряду с рассмотренными станками, предназначенными для резания арматурной стали, при производстве арматурных работ применяют различные станки для резания сварных сеток в процессе изготовления их на поточных линиях, а также при размотке сеток, поставляемых в рулонах. Промышленностью выпускается несколько моделей гильотинных ножниц — Н-201, СМЖ-60, СМЖ-62 с механическим и гидравлическим приводами. Такие ножницы обычно устанавливают в линии сварки сеток для их поперечного раскроя и снабжают устрой-

ством, перемещающим ножницы при настройке линий на сварку сетки с другим шагом. Механизм управления обеспечивает включение ножниц на единичный и автоматический повторяющийся ход.

Для продольного резания сеток применяют ножницы УРС. Одновременное использование ножниц Н-201 и УРС обеспечивает продольное и поперечное резание сетки на плоские каркасы.

Для размотки, правки и резания сеток в ЦНИИОМТП разработана специальная установка, которую используют следующим образом. После накатывания рулона сетки по откидным направляющим на поддерживающие неприводные ролики конец сетки заправляют в механизм правки. При включении привода происходит размотка и правка сетки со скоростью 15 м/мин до срабатывания кольцевого выключателя. После этого срабатывает механизм прижима сетки и включаются ножницы, которые, перемещаясь поперек сетки, перерезают поочередно продольные арматурные стержни.

Установка предназначена для использования в арматурных цехах, на складах готовой продукции, а также на стройплощадке (под навесом).

Изгибание арматуры

Изгибание арматуры выполняют для получения отгибов арматурных стержней, крюков, полухомутиков, хомутиков, спиралей, сеток и других арматурных элементов.

Для этой цели применяют ручные и приводные станки различных типоразмеров. Они изготовлены по одной схеме и отличаются только оформлением отдельных узлов, а также диаметром изгибаемых стержней, конструкций привода, мощностью электродвигателя и габаритами. Промышленностью выпускает несколько моделей станков: СМЖ-173А, СМ-3007 для изгибания стержней диаметром до 40 мм и станок СМЖ-179 для изгибания стержней диаметром до 80 мм.

Изгибание стержня выполняют между тремя роликами или пальцами — центральным, изгибочным и упорным (рис. 11.9).

Центральный и изгибочный пальцы, установленные на рабочем диске станка, могут вращаться вместе с ним в правую и левую стороны. Упорный палец неподвиж-

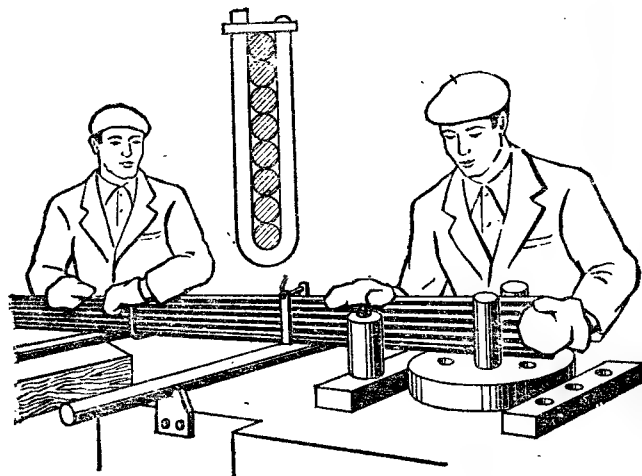


Рис. II.10. Одновременное изгибание нескольких стержней с помощью специального держателя

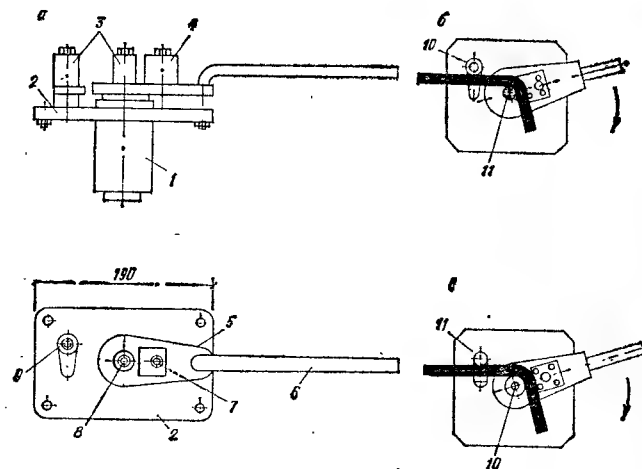


Рис. II.11. Ручной станок для изгибания арматуры

а — схема станка; б — схема изгибания стержней диаметром 6...8 мм; в — то же, диаметром 10...14 мм; 1 — корпус; 2 — плита; 3 — ролики; 4 — сухарь; 5 — планка; 6 — рычаг; 7 — гибочный палец; 8 — центральный палец; 9 — упорный палец; 10 — ролик диаметром 40 мм; 11 — ролик диаметром 20 мм

но закреплен на станине станка около диска. Изгибание стержня происходит вокруг центрального пальца, упорный же палец удерживает его от поворота.

Перед началом работы на станке необходимо проверить исправность заземления, состояние гнезд для пальцев в планках и рабочем изгибающем диске. Подключив станок к электросети, следует проверить пусковую аппаратуру и работу станка на холостом ходу. При одновременном изгибании нескольких стержней необходимо следить, чтобы все они находились в одной вертикальной плоскости. Для этого применяют специальные держатели (рис. II.10).

Хомуты, петли и другие легкие арматурные элементы из стержней диаметром до 14 мм при небольших объемах работ изгибают на ручных станках типа С-70 (рис. II.11,а). Станок применяют также для изгибания хомутиков диаметром до 8 мм. Для этого вместо центрального пальца на нем устанавливают вилку. Число стержней, которое можно одновременно изгибать, зависит от их диаметра. При диаметрах 6, 8, 10, 14 мм число стержней соответственно 6, 4, 2, 1.

Для изгибания сварных сеток применяют специальные станки различной конструкции — 7251А, ПО-725, которые выпускают серийно, а также станки, изготовленные силами строительных организаций.

Уход за оборудованием для механической обработки арматуры и техника безопасности при его эксплуатации

Механические станки устанавливают в закрытых помещениях или под навесами на надежное основание: легкие станки — на бетонный пол, а тяжелые на специальные фундаменты. Движущиеся части станков ограждают; электропроводку надежно изолируют от механических повреждений. Корпуса станков, на которых установлено оборудование (электродвигатели, пусковая аппаратура, светильники), надежно заземляют. До пуска в работу станков проверяют наличие в них смазки, при необходимости заливают маслом, а также проверяют крепление отдельных деталей станка. Противокоррозионную смазку и загрязнения на поверхности станка удаляют, тщательно протирая станок ветошью, смоченной в керосине.

Станки, не бывшие в эксплуатации, обкатывают вхолостую в течение 3...4 ч. Затем на них работают несколько смен с пониженной нагрузкой, после чего подтягива-

ют все крепления и заменяют старую смазку новой. Правила ухода за оборудованием должны быть указаны в заводских инструкциях по эксплуатации. Во время работы станка следят за тем, чтобы подшипники и трущиеся детали не перегревались. В противном случае станок останавливают и устраняют причину перегрева. Необходимо немедленно остановить станок при обнаружении каких-либо неисправностей (стука, мелких поломок и т. п.), установить причины и устранить их.

Для предупреждения травматизма при механической обработке арматурных стержней помимо общих требований техники безопасности необходимо соблюдать некоторые дополнительные требования. Поскольку разматывание проволоки на автоматических правильно-отрезных станках выполняют скачками, образуются петли, проволока пружинит и по окончании размотки бухты может ударить свободным концом находящихся вблизи людей. Во избежание этого путь проволоки от вертушки до правильного барабана станка ограждают конусовидным приспособлением, сваренным из прутковой проволоки диаметром 12 мм.

Работать на правильно-отрезных автоматах при открытых кожухах правильно барабана и очистного устройства, а также без ограждения участка между вертушкой и станком, запрещено.

Направлять прутки или проволоку в тянущие ролики можно лишь при выключенном двигателе; нельзя включать станок, если в приемном желобе лежит прутки. Механизмы должны быть оборудованы пусковыми и тормозными приспособлениями, устроенными на рабочем месте на легкодоступной высоте (не более 1,5 м). На механических ножницах не допускается перерезывание прутков длиной менее 300 мм.

При работе на станке для изгибания арматуры перестановку пальцев и закладку стержней между пальцами следует выполнять только после остановки станка.

Рубильники или другие включающиеся приспособления после окончания работы должны быть заперты на ключ.

Во время очистки арматуры рабочие должны обязательно использовать предохранительные очки. Во время работы станка запрещено снимать или надевать спецодежду ближе чем в 2 м от станка, а также садиться и облокачиваться на станок.

При работе в арматурных цехах нельзя складывать нарезанные и заготовленные арматурные стержни в проходах; для этого должны быть предусмотрены специальные контейнеры.

При работе в темное время суток освещенность рабочих мест арматурщиков должна быть не менее 50 лк, освещение мест погрузочно-разгрузочных операций — не менее 10 лк.

ГЛАВА 11. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СВАРКА АРМАТУРЫ

Виды электрической сварки

Электрической сваркой называют способ сварки металла, при котором источником тепла для получения необходимой температуры является электрическая энергия. В процессе производства арматурных работ применяют различные виды электрической сварки. При изготовлении арматурных изделий преимущественно используют контактную, стыковую и точечную сварку, в меньшей степени сварку плавлением; при монтаже арматуры и для соединений выпусков сборных железобетонных изделий — сварку плавлением.

Электрическую энергию можно преобразовать в тепловую двумя способами:

пропусканием электрического тока через свариваемые детали, сближенные одна с другой; на этом принципе основана контактная сварка, т. е. сварка с применением давления, при которой нагрев осуществляется теплом, выделяемым при прохождении электрического тока через находящиеся в контакте соединяемые части; с помощью электрической дуги; на этом принципе основана дуговая сварка, т. е. сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой.

Контактная сварка имеет следующие разновидности: стыковая, при которой свариваемые части соединяют по поверхности стыкуемых торцов;

точечная, при которой элементы соединяют на участках, ограниченных площадью торцов электродов, подводящих ток и передающих усилия сжатия;

стыковая сварка плавлением, при которой нагрев металла сопровождается оплавлением торцов соединяемых арматурных стержней;

рельефная, при которой элементы соединяют на отдельных участках по заранее подготовленным выступам.

Дуговая сварка имеет следующие разновидности:

сварка открытой дугой, выполняемая плавящимся электродом и осуществляемая без подачи защитного газа или сварочного флюса;

сварка под флюсом, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса;

сварка в защитном газе, при которой в зону дуги подают защитный газ;

полуавтоматическая дуговая сварка, при которой механизирована подача электродной проволоки;

электрошлаковая, т. е. сварка плавлением, при которой для нагрева металла используют тепло, выделяющееся при прохождении электрического тока через расплавленный шлак;

ванная, при которой ванну жидкого металла расплавленного электрода образуют между торцами свариваемых стержней в инвентарной медной форме или стальной скобе — подкладке.

Ниже рассмотрены наиболее распространенные виды сварки арматуры.

Контактная сварка

Контактная стыковая сварка. Является эффективным способом соединения стержней, так как не требует для своего осуществления металла плавящихся электродов; обеспечивает высокую производительность труда, а также позволяет механизировать и автоматизировать рабочий процесс. Недостатком контактной стыковой сварки является возможность ее использования только в стационарных условиях из-за значительной массы сварочного оборудования и большого потребления электрической энергии.

Сущность процесса контактной стыковой сварки состоит в следующем. Электрический ток подключают к свариваемым стержням и, приводя последние в соприкосновение, образуют замкнутую электрическую цепь (рис. 11.12). В этой цепи наибольшее сопротивление протеканию тока имеет стык стержней, следовательно, в этом месте будет наиболее интенсивно выделяться тепло, которое разогреет концы стержней до пластического и частично до жидкостного состояния.

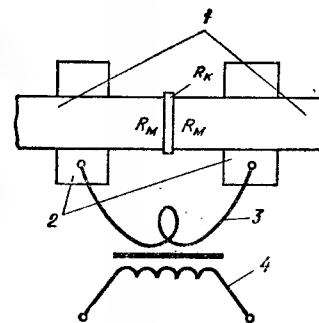


Рис. 11.12. Электрическая цепь при стыковой контактной сварке
1 — свариваемые стержни; 2 — зажимные губки; 3 — вторичный виток сварочного трансформатора; 4 — первичная обмотка сварочного трансформатора; R_M — сопротивление свариваемых стержней; R_K — контактное сопротивление

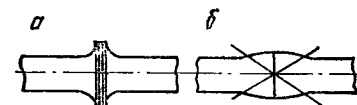


Рис. 11.13. Внешний вид стыковых соединений, выполненных контактной электросваркой при правильном (а) и неправильном (б) режиме сварки



Рис. 11.14. Шаблон для проверки смещения осей стержней в стыках, выполненных контактной сваркой

Различают два способа контактной сварки: непрерывным оплавлением и прерывистым оплавлением с предварительным подогревом.

Контактную стыковую сварку стержней горячекатаной арматуры из стали классов А-II...А-IV (в любых сочетаниях) следует выполнять способом прерывистого оплавления с подогревом. Стержни из стали класса А-I необходимо сваривать способом непрерывного оплавления; при недостаточной мощности машины их можно сваривать также способом оплавления с подогревом.

Для образования начального электрического тока на торцах стержней необходимо удалить с них краску или ржавчину. Если стержни были обрезаны газовым пламенем, то их торцы предварительно очищают от шлаковой корки зубилом или молотком. На качество сварных стыковых соединений оказывает влияние чистота поверхности касания стержней с зажимными губками машины.

Режим сварки должен обеспечивать получение равнопрочных стержней сварных соединений при минимальном расходе электроэнергии и времени.

Основными параметрами режима сварки являются: сила тока или его плотность, длительность протекания тока, давление осадки, а также установочная длина, т. е. размеры концов стержней, выступающих из электродов.

В зависимости от плотности тока (ток на 1 мм² поверхности) различают два режима сварки: жесткий, характеризующийся большой плотностью тока в течение малого промежутка времени (для стержней небольших диаметров), и мягкий с малой плотностью тока в течение длительного периода (для стержней больших диаметров). Плотность тока при сварке непрерывным оплавлением — 10...50 А/мм². Длительность протекания тока колеблется от 1 до 20 с в зависимости от диаметров стержней; с увеличением диаметра длительность протекания тока увеличивается.

Для качества сварного стыкового соединения имеет также значение удельное давление осадки на торце стержня (кг/мм²); выбирается оно в зависимости от класса стали. Удельное давление осадки для стали класса А-I принимают 30...50 МПа, классов А-II и А-III — 60...80 МПа. Усилие сжатия стержней во время подогрева должно составлять 10...12 % давления осадки. Продолжительность замыканий и размыканий дуги при подготовке стержня к сварке выбирают в пределах 0,3...0,8 с.

От правильности выбора режима сварки приближенно судят по внешнему виду сварных соединений (рис. II.13). При правильном режиме сварки концы стержней достаточно прогреваются и при взаимном сжатии приобретают форму, показанную на рисунке. Подтверждение правильности выбранного режима можно получить только после лабораторных испытаний сварных соединений на прочность.

В процессе работы сварщик должен наблюдать за состоянием контактных губок и периодически очищать их от появляющегося нагара. Необходимо иметь комплект губок различной формы и размеров во избежание возможных перерывов в работе при изменении диаметров свариваемых стержней.

Сваренные стержни должны быть прямолинейными. Смещение осей стержней в стыках допускают не более 0,1 их диаметра. Длину стержня измеряют с точностью до 1 мм. Смещение a осей в месте стыка определяют специальным шаблоном (рис. II.14). Помимо внешнего осмотра место соединения простукивают молотком массой 1 кг; при этом не должен возникнуть дребезжащий звук.

Основным видом арматуры железобетонных конструкций являются пересекающиеся стержни в виде сеток и плоских каркасов. Для сварки таких арматурных конструкций, а также для приварки внахлестку круглых арматурных стержней к элементам плоского проката (полосовой, уголковой и другой сортовой стали) применяют контактную точечную сварку.

Контактная точечная сварка дает ряд преимуществ по сравнению с другими видами сварки: возможность повышения производительности труда благодаря более низкой трудоемкости при изготовлении арматурных каркасов и сеток по сравнению с электродуговой сваркой; небольшое потребление электроэнергии вследствие применения жестких режимов сварки с использованием тока большой плотности в течение очень малого отрезка времени; возможность механизации и автоматизации процесса; отсутствие расхода металла (в электродах).

Сущность процесса точечной сварки состоит в следующем. От вторичного витка сварочного трансформатора через медные шины, хоботы, электрододержатели и электроды ток подводят к пересечению арматурных стержней, зажатых между электродами (рис. II.15). Электроды имеют водяное охлаждение. Сопротивление в месте соприкосновения арматурных стержней во много раз превышает сопротивление остальных участков цепи, поэтому именно в этом месте интенсивно выделяется тепло, которое нагревает металл арматурных стержней до пластического состояния. Под действием усилия сжатия электродов происходит их сварка.

Чтобы получить сварные соединения требуемой прочности, необходимо выполнять сварку на определенных режимах. Режим сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемой арматуры и марки стали, из которой она изготовлена. Правильность выбора режима сварки проверяют контрольным испытанием прочности на срез сварных образцов арматуры.

При качественной сварке оптимальная сварка соединения стержней должна быть в пределах значений, приведенных в таблице II.5.

Если прочность сварных соединений из-за непровара окажется менее требуемой, то увеличивают плотность тока или время его протекания. Если прочность недоста-

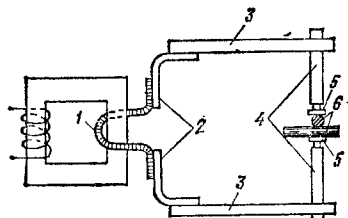


Рис. II.15. Контактная точечная сварка

Схема протекания тока при контактной точечной электросварке: 1 — вторичный виток трансформатора; 2 — медные шины; 3 — хобот; 4 — электрододержатель; 5 — электрод; 6 — арматурный стержень

II. 5. ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОСАДКИ СОЕДИНЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССА АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

Число стержней в соединении, шт.	Класс арматурной стали	Осадка, доля номинального диаметра меньшего из свариваемых стержней*
2	A-I**	0,25...0,5
	A-II	0,33...0,6
	A-III	0,4...0,8
3	A-I	0,12...0,2
	A-II	0,16...0,3
	A-III	0,2...0,4

* В соединениях, подвергающихся вибрационной нагрузке, значение осадки должно соответствовать минимальному из приведенных значений.

** В том числе и обыкновенная арматурная проволока В-I.

точно из-за пережога, эти же показатели соответственно уменьшают.

При недостаточной плотности тока сварка арматурных стержней может оказаться невозможной даже в том случае, если время протекания тока будет очень длительным; при чрезмерно большой плотности стержни могут перегореть. Плотность тока в машинах точечной сварки регулируют переключением ступеней сварочного трансформатора, а продолжительность протекания тока — перемещением указателя на электронных регуляторах времени.

Для точечной сварки применяют специальные машины, которые по числу одновременно свариваемых узлов сеток и плоских каркасов разделяют на однотоочечные, двухточечные и многотоочечные. Эти машины бывают:

стационарными и подвесными; с односторонним и двухсторонним подводом тока; с пневматическим и пневмогидравлическим механизмом сжатия электродов. Управляющие продолжительностью протекания тока осуществляют автоматически.

В связи с развитием строительства из железобетона в направлении создания крупных железобетонных панелей и других элементов возникла необходимость укрупнительной сборки арматурных каркасов и сеток. Для этой цели созданы передвижные (подвесные) сварочные машины, так как на обычных сварочных машинах выполнять сварку такой арматуры невозможно ввиду ее громоздкости и большой массы.

Подвесные сварочные машины разделяют по конструктивному признаку на две группы: со встроенным сварочным трансформатором и с выносным. Все машины выполнены по одной схеме и состоят из следующих основных узлов: корпуса с рукояткой, сварочного трансформатора, силового пневмопривода, электродной части (клещей) и подвешенного устройства, позволяющего поворачивать машину и клещи вокруг своей оси на 360°. Подвесные машины с выносным трансформатором, кроме того, снабжают токоведущими кабелями. Промышленность выпускает две модели подвесных машин со встроенным трансформатором: МТП-809У для сварки стержней диаметром 10 мм и К-243В для сварки стержней диаметром 25 мм.

Дуговая сварка

Общие сведения. Под дуговой сваркой, т. е. сваркой плавлением, подразумевают такие способы соединения арматурных стержней, при которых происходит расплавление стержней в месте их соединения теплом при прохождении сварочного тока через электропроводный шлак. Сварку плавлением используют при монтаже сборных железобетонных конструкций, сборке арматурных каркасов на месте возведения сооружений, а также в тех случаях, когда по условию производства работ невозможно применение контактной электросварки. Сварку плавлением можно выполнять с помощью как переменного, так и постоянного тока. Сварка на переменном токе более распространена, так как она экономичнее. Для ее выполнения вместо сложных генераторов постоянного тока применяют более дешевые трансфор-

маторы, чем уменьшают затраты на оборудование и снижают эксплуатационные расходы.

Сварка плавлением происходит при электрическом разряде в газовом пространстве, длящемся продолжительное время и выделяющем большое количество тепла (температура доходит до 6000°C). Минимальное напряжение, необходимое для возбуждения дуги, составляет при постоянном токе 30...35 В, при переменном — 40...50 В. Напряжение зависит от силы тока, состава электродного стержня и его покрытия (если оно есть) и от длины дуги. При увеличении длины дуги ее напряжение повышается и наоборот. При увеличении силы тока до 40...50 А напряжение дуги уменьшается; дальнейшее увеличение силы тока практически не влияет на характеристику дуги. Так как материал электрода в процессе сварки не меняется и сила тока также остается почти неизменной, напряжение сварочной дуги практически зависит только от ее длины.

Для качественной работы сварщику необходимо сохранять устойчивое непрерывное горение полученной дуги. Устойчивость дуги зависит от следующих основных факторов: рода тока (дуга на постоянном токе более устойчива, чем на переменном); силы и частоты тока (увеличение этих параметров повышает устойчивость дуги); состава покрытия электродов (во время сварки материал покрытия электродов испаряется и образующиеся в зоне горения дуги пары влияют на ее устойчивость).

Сварочные трансформаторы для сварки на переменном токе обычно изготавливают однофазными, сухими, с естественным воздушным охлаждением. По конструкции устройств, служащих для изменения силы сварочного тока, их разделяют на три группы. К первой группе относят сварочные трансформаторы типа СТЭ с отдельным регулятором (дресселем), включенным последовательно во вторичную цепь (рис. II.16). Ко второй группе относят сварочные трансформаторы типа СТН с встроенным дроссельным регулятором, конструктивно объединенным с трансформатором (рис. II.16, б). К третьей группе относят трансформаторы типа ТС с передвижными катушками (рис. II.16, в), сдвиганием или раздвижением которых регулируют силу сварочного тока. Эти трансформаторы снижают напряжение сети переменного тока до 60...65 В.

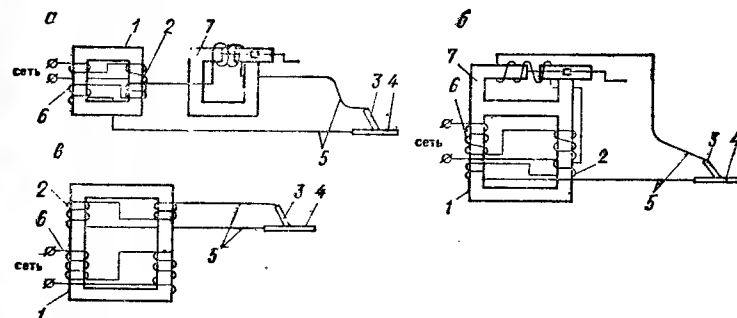


Рис. II.16. Схемы трансформаторов для дуговой сварки
а — с отдельным дросселем (типа СТЭ); б — с встроенным дросселем (типа СТН); в — с передвижными катушками (типа ТС); 1 — сварочный трансформатор; 2 — вторичная обмотка; 3 — электрод; 4 — свариваемое изделие; 5 — провода; 6 — первичная обмотка; 7 — регулятор

Мощность сварочного трансформатора выбирают в зависимости от требуемой максимальной силы тока.

Сварку на постоянном токе осуществляют различными сварочными агрегатами, включающими в свой состав генератор постоянного тока, приводимый в действие двигателем внутреннего сгорания или электродвигателем. Передвижные агрегаты монтируют на салазках или на колесах, мобильные — на шасси автомобиля и трактора.

В последнее время наряду со сварочными агрегатами и преобразователем для получения постоянного тока используют сварочные одно- и многопостовые выпрямители. Одно из их преимуществ заключается в том, что они не имеют вращающихся, а следовательно, изнашивающихся деталей. В зависимости от сварочного тока подбирают сечение проводов, которое составляет, мм²:

	Ток 200А	Ток 300А	Ток 450А	Ток 600А
Одинарного	25	50	70	95
Двойного	—	2×16	2×25	2×35

Обычно применяют гибкие многопроволочные провода ПРГ и ПРГД в резиновой изоляции.

Электроды для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей изготавливают в основном из стальной сварочной проволоки марки Св-0,8, Св-08А диаметром 1...12 мм. Некоторые электроды при сварке на переменном токе дают неустойчивую электрическую дугу, а ме-

талл при расплавлении окисляется и при остывании делается пористым и хрупким. Такие электроды применяют только для сварки под флюсом. Для сварки арматуры применяют электроды с толстой обмазкой (табл. II.6), обеспечивающей получение металла шва надлежащего качества. Электроды с тонким покрытием используют в том случае, если к сварному шву не предъявляют требований по соблюдению определенной прочности. Вещества, входящие в состав толстой обмазки, при плавлении образуют шлак и газы, которые защища-

II. 6. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ АРМАТУРЫ

Способ сварки	Класс арматурной стали	Марка стали	Тип	
			электрода	покрытия электрода
Оплавлением (протяжными швами)	A-I	Ст3	Э46Т Э42Т	ОЗС-3; ОЗС-4 КПЗ-32Р; ОЗС-6С
	A-II	Ст5 18Г2С	Э42А-Ф Э46А-Ф	УОНИ 13/45; СМ-11 ОЗС-7
	A-III	35ГС 25Г2С	Э50А-Ф Э55-Ф Э42А-Ф Э46А-Ф	УОНИ 13/55 УОНИ 13/55У УОНИ 13/45; СМ11 ОЗС-7
Ванный много-электродный	A-I	Ст3	Э42Ф	Любые из указанных выше
	A-II	Ст5	Э50А-Ф или Э55-Ф	То же
	A-III	35ГС 25Г2С	Э50А-Ф или Э55-Ф Э55-Ф	• •
Ванный одно-электродный	A-I	Ст3	Э42А-Ф	СМ-11
	A-II	Ст5 18Г2С	Э55-Ф	УОНИ 13/55У
	A-III	35ГС 25Г2С	Э55-Ф Э85-Ф	УОНИ 13/55У УОНИ 13/35У

ют расплавленный металл от вредного воздействия кислорода и азота воздуха, обеспечивая получение качественного наплавленного материала с требуемым механическим и химическим составами.

Цифра после буквы Э в шифре электрода указывает на прочность наплавленного металла, получаемого при использовании электрода этого типа. Буква А означает, что электрод придает повышенные пластические свойства наплавленному металлу, а буква Т или Ф указывает тип покрытия электрода (Т — рутиловое, Ф — фтористокальциевое). Тип электродов устанавливает ГОСТ, а марку — завод — изготовитель электродов (поэтому один какой-либо тип электрода может иметь несколько марок).

Хранят электроды в сухих помещениях. Электроды, хранящиеся длительное время, перед употреблением просушивают или прокаливают для удаления влаги на покрытии. Для закрепления электрода и подвода к нему сварочного тока служат электрододержатели. Рукоятку электрододержателя делают из изолирующего материала.

Перед сваркой арматурные стержни собирают в кондукторе, выполняя их стыковку на накладках или внахлестку. Длину накладки или нахлестки определяют в зависимости от номинального диаметра стержней. При двухсторонних швах она составляет 3d, 4d, 5d, для сталей классов соответственно А-I...А-III. При односторонних швах длину накладки или нахлестки удваивают. Для соединений с нахлесткой концы стержней отгибают перед сборкой. Стержни периодического профиля располагают так, чтобы продольные ребра по возможности не были направлены друг к другу. Собранные в кондукторе стержни закрепляют прихватками, располагаемыми с одной стороны.

Ванная и ванно-шовная сварка. Ванная полуавтоматическая сварка под флюсом. Применяют для соединения арматурных стержней диаметром 20...40 мм. Сварку выполняют при помощи полуавтоматов типов А-920М, А-929, А-986, ПШ-5-1, ПДШ-14-500, А1530-43 и др. Шкафы управления полуавтоматами устанавливают на расстоянии до 15 м от механизма, подающего сварочную проволоку в зону плавления. Подающий механизм размещают на специальной платформе, на которой находится размоточный барабан с бухтой

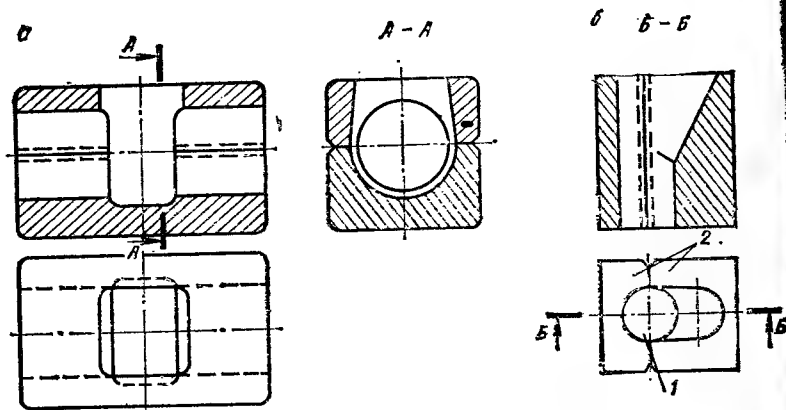


Рис. 11.17. Конструкция призматических инвентарных медных форм для ванной сварки стыковых соединений однорядных стержней
а — горизонтальных; б — вертикальных; 1 — арматурный стержень; 2 — разъемная форма

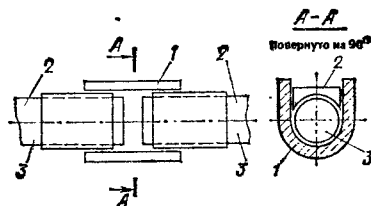


Рис. 11.18. Медная желобчатая подкладка для ванной сварки тесно расположенных стержней
1 — подкладка; 2 — медный вкладыш — ограничитель плавильного пространства; 3 — свариваемые стержни

сварочной проволоки. В качестве источника питания при сварке стержней применяют преобразователи постоянного тока.

Для полуавтоматической ванной сварки используют инвентарные медные формы: для горизонтально расположенных стержней — с разъемом в горизонтальной или вертикальной плоскостях в зависимости от доступности разреза частей формы после сварки; для вертикально расположенных стержней — с разъемом в вертикальной плоскости (рис. 11.17). Медные формы изготовляют призматическими и цилиндрическими. Формы прикрепляют к стержням при помощи винтовых быстродействующих струбцин.

Ванную сварку под флюсом выполняют сварочной проволокой диаметром 2...2,5 мм следующих марок:

Св-08, Св-08А, Св-10ГА, Св-12ГА. При сварке стержней из стали классов А-I...А-III используют флюсы марок АН-8, АН-22, ФН-7 и др., представляющие собой стекловидный зернистый материал с размером зерен 0,25...3 мм. При сварке расплавленный флюс образует оболочку, защищающую капли электродного материала и жидкий металл сварочной ванны от окисляющего воздействия воздуха.

На подготовленных к сварке концах стержней закрепляют медные формы так, чтобы была обеспечена возможность маневрирования сварочной проволокой. Перед началом сварки в форму засыпают флюс. По окончании процесса сварки и потемнения поверхности шлака форму раскрывают, вводя в клиновую канавку отвертку или острозаточенное зубило. Если из-за тесного расположения стержней установить и снять медные формы невозможно, применяют медные скобы (желобчатые подкладки) толщиной не менее 12 мм и длиной около 200 мм в сочетании с медными вкладышами — ограничителями плавильного пространства в верхней части соединения (рис. 11.18). Скорость подачи электродной проволоки, напряжение и сварочный ток при полуавтоматической сварке стыков арматуры зависят от диаметров стержней и их расположения. Так, при горизонтальном расположении свариваемых стержней диаметром 20...40 мм и электродной проволоке диаметром 2 мм рекомендуемая скорость ее подачи — 280...500 м/ч, а сила сварочного тока — 300...500 А.

Ванная многоэлектродная сварка (гребенкой электродов). Выполняют при питании дуги переменным током и применяют для сварки стыковых соединений горизонтальных однорядных стержней диаметром 20...80 мм. Для образования гребенки электроды предварительно прихватывают к вспомогательной пластине (рис. 11.19,а), которую затем устанавливают в одноручковый электродержатель. Сборка стержней и ванную многоэлектродную сварку выполняют на разъемных инвентарных медных формах с внутренней канавкой (рис. 11.19,б).

Режим многоэлектродной сварки и технические параметры выбирают в зависимости от диаметров свариваемых стержней. Так, для горизонтальных стержней диаметром 20...80 мм зазоры между торцами стержней принимают 9...28 мм, диаметр электродов 3...9 мм, число

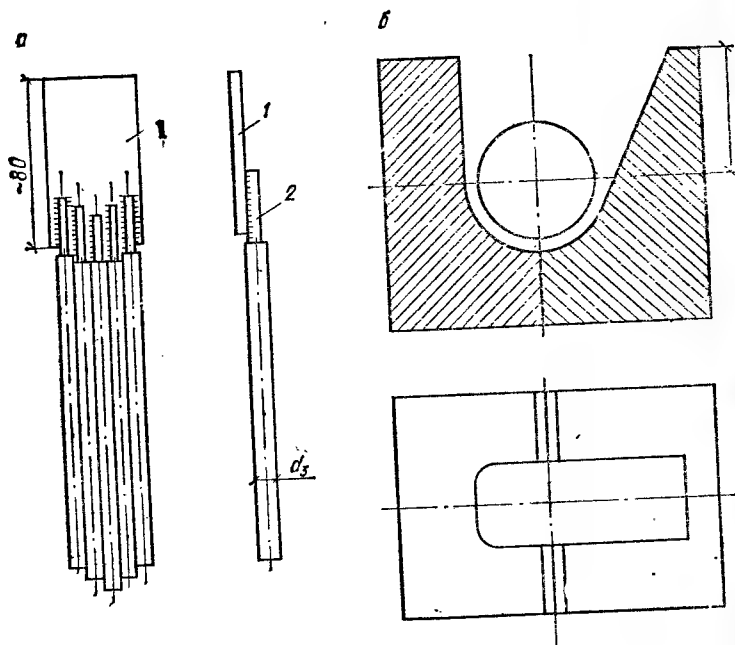


Рис. 11.19. Гребенка электродов (а) и конструкция медных форм для дуговой многоэлектродной ванной сварки труднодоступных соединений однопорядковых горизонтальных стержней (б)

1 — стальная подкладка; 2 — электроды; канавка под свариваемыми стержнями не показана

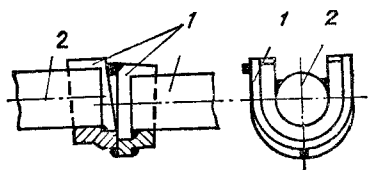


Рис. 11.20. Стык стержней в сборе перед сваркой на стальных скобах
1 — составные части накладки; 2 — арматурные стержни

их в гребенке 4...6 шт., силу сварочного тока — 270...750 А.

Ванная одноэлектродная сварка. Выполняют в инвентарных медных формах с гладкой внутренней поверхностью при питании дуги переменным или постоянным током. Конструкция применяемых медных форм аналогична конструкциям форм для полуавтоматической сварки под флюсом, но без внутренних канавок для усиления шва.

При подготовке горизонтальных стержней к сварке их концы отрезают под прямым углом и обеспечивают между торцами зазор 12...20 мм (в зависимости от диаметра свариваемых стержней). В вертикальных стержнях выполняют скосы-разделки. Отработанные электроды в процессе сварки в течение 4...5 с заменяют новыми. Режим и технологические параметры ванной одноэлектродной сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемых стержней (20...70 мм): зазор между торцами стержней — 12...22 мм, диаметр электродов — 5...6 мм, сила сварочного тока — 220...380 А.

Ванная многоэлектродная сварка на стальных скобах. Способы сварки на стальных остающихся скобах — подкладках или накладках — используют при невозможности или нерациональности применения сварки на инвентарных формах.

Ванную дуговую многоэлектродную сварку на стальных скобах (рис. 11.20) допускают лишь при использовании способа с непрерывным вытеканием шлака.

Режим и технологические параметры сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемых стержней: при их диаметре 36...80 мм зазор составляет 20...80 мм, а сила сварочного тока 400...550 А.

Для соединения арматурных стержней диаметром 20...32 мм применяют одноэлектродную ванную сварку на стальных скобах-подкладках.

Ванно-шовная сварка. Применяют для соединения стержней диаметром 36...80 мм, используя электроды с толстым покрытием диаметром 6...8 мм и ток силой 300...500 А.

Ванно-шовную сварку от обычной ванной отличает то, что накладки дополнительно приваривают к стержню двумя фланговыми швами, которые впоследствии принимают на себя часть усилий, действующих на сварные соединения.

Ванная полуавтоматическая сварка открытой дугой на стальных скобах. Применяют для соединения горизонтальных и вертикальных стержней диаметром 25...70 мм. Для горизонтальных стержней диаметр электродной проволоки — 1,6...2 мм, сила сварочного тока — 240...300 А при напряжении на сварочной дуге 32...36 В; для вертикальных стержней сила тока 180...280 А при напряжении на дуге 25...26 В. Для крепления медной формы на свариваемых верти-

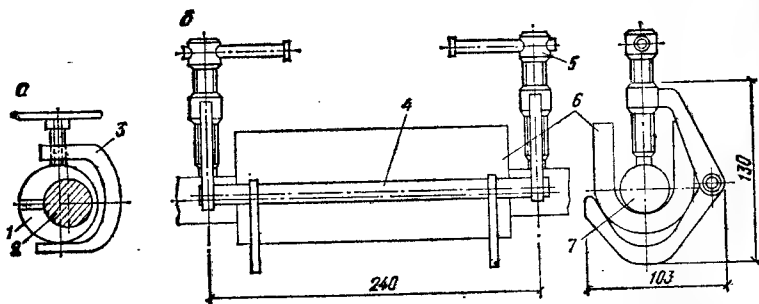


Рис. 11.21. Приспособление для крепления медной формы и подкладки
а — винтовая трубка для крепления медной формы на вертикальных стержнях; б — приспособление для удерживания медной желобчатой подкладки; 1 — медная форма; 2 — арматурный стержень; 3 — трубка; 4 — основание приспособления; 5 — скобы с винтами; 6 — подкладка; 7 — арматурный стержень

кальных стержнях и медной желобчатой подкладки при стыковке горизонтальных стержней применяют различные приспособления (рис. 11.21).

Перед выполнением ванной дуговой сварки должна быть проконтролирована точность сборки свариваемых элементов арматуры. При этом проверяют зазор между торцами стержней, обрезку, разделку и зачистку концов и торцов стержней, соосность свариваемых стержней, расположение инвентарных форм относительно оси стыка. Допускаемые отклонения не должны превышать следующих значений:

Смещение осей стержней в стыках, собранных для сварки:

в инвентарных формах Не более 0,05 диаметра стержней
на стальных скобах-подкладках Не более 0,10 диаметра стержней

Перелом осей стержней в стыке Не более 3°
Отклонение от прямого угла между плоскостью торцов и продольной осью 10°
Отклонение от заданного угла разделки торцов стержней —5°
Смещение медных форм или стальных желобчатых подкладок от поперечной оси стыка в продольном направлении ±1 диаметра стержней

Ручная дуговая сварка. Ручную дуговую сварку применяют для стыкования арматурных стержней и соединения узлов арматурных каркасов в условиях строительной площадки, когда использование сварочных машин невозможно. При пересекающихся стержнях арматуры режим дуговой сварки и необходимые технологические параметры выбирают в зависимости от диаметра свариваемых стержней (табл. 11.7).

11.7. РЕЖИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ СТЕРЖНЕЙ

Диаметр пересекающихся стержней	Положение сетки в пространстве	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Ориентировочная продолжительность сварки, с
10 + 10	Нижнее	4...5	150	85
12 + 12	Вертикальное	4...5	150	105
14 + 14	То же	5	150	140
16 + 16	•	5	175	150
20 + 20	•	5	175	200

При соосном стыке в качестве формы для образования сварного шва применяют подкладки (скобы-подкладки), которые после сварки остаются в конструкции. Поэтому из-за большого расхода металла сварку на стальных остающихся скобах-подкладках или накладках допускают, если невозможно по каким-либо причинам использовать инвентарные медные формы. Стальные скобы-накладки в отличие от скоб-подкладок должны иметь площадь сечения, составляющую более 50 % сечения стыкуемых стержней, так как рассчитаны на восприятие всего (или большей части) усилия в стержне.

Дуговую ручную сварку со скобами-подкладками выполняют на переменном или постоянном токе. Длина скобы-подкладки должна быть не менее двух ее диаметров, но не менее 30 мм; толщина — 0,2 диаметра, но не менее 4 мм и не более 6 мм. Режим сварки выбирают по данным табл. 11.8. Выполняют сварку в определенном порядке. Горизонтальный стык начинают сваривать в нижней части зазора между торцами стержней и подкладкой, проваривая углы, а затем заполняют зазор отдельными слоями (рис. 11.22, а, б). В вертикальном стыке первоначально проплавляют в углу скобы-

11.8. РЕЖИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДУГОВОЙ РУЧНОЙ СВАРКИ СООСНО РАСПОЛОЖЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ

Диаметр стержней, мм	Положение швов в пространстве	Число слоев и швы стыкового соединения, шт.	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А
До 20	Нижнее или вертикальное	1	4	150...175*
22...32	Нижнее	1	5	200...225*
36...40	То же	2	4	200*
45...80	Нижнее	2	2 × 4 5 2 × 5	300** 250* 400**
22...80	Вертикальное	1	5	175*

Примечания: 1. Сварку стержней диаметром до 20 мм в вертикальном положении следует вести в один слой при силе тока, на 10...12 % ниже указанной в таблице.

2. Стыковые соединения стержней из стали А-IV следует сваривать в два слоя; второй слой в том же режиме, что и первый.

3. Обозначения 2×4 или 2×5 указывают на то, что сварку следует выполнять спаренными электродами диаметром 4 или 5 мм вместо одиночного.

4. Знак * показывает, что значение величины относится к первому слою; знак ** — ко второму слою.

подкладки торцы верхнего и нижнего стержней (рис. 11.22, в), а затем слой за слоем наплавляют металл на торец нижнего стержня, поднимаясь к верхней части скоса верхнего стержня, как показано на рис. 11.22, в, г.

Если возможно применить скобы, то допускают сварку без них, но для выполнения небольшого числа стыков (не более нескольких десятков) одного типоразмера. В этом случае выполняют специальную разделку торцов вертикальных стержней и соблюдают определенный порядок наплавки слоев многослойного шва (рис. 11.23).

Дуговая сварка под флюсом. Общие сведения. Дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем спе-

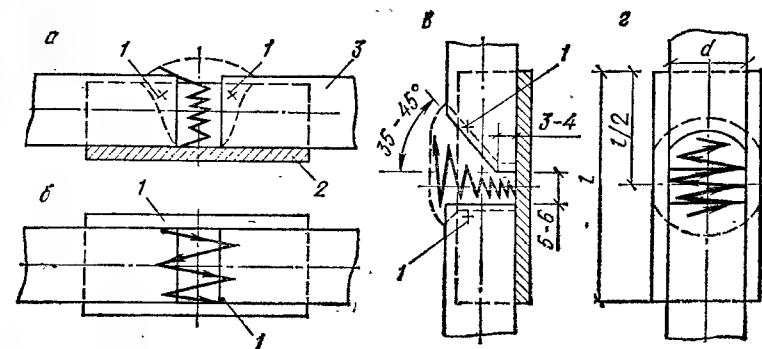


Рис. 11.22. Рекомендуемая последовательность сварки стыков стержней со скобами-подкладками

а, б — горизонтального; в, г — вертикального; 1 — место прихваток; 2 — скоба-подкладка; 3 — арматурный стержень

циального порошка (флюса), называют сваркой под флюсом. Назначение флюса — защитить металл, расплавляемый при сварке, от окружающего воздуха, так как находящиеся в воздухе кислород, водород, азот и окись углерода, взаимодействуя с жидким металлом, образуют соединения, которые ухудшают качество получаемого шва.

Флюс и покрытие электрода в процессе сварки плавятся, выделяя газ, окружающий зону сварки, и образуя шлак, который защищает расплавленный металл от доступа воздуха.

Автоматическая сварка под флюсом. Ее применяют для выполнения тавровых соединений арматурных стержней с плоскими элементами при изготовлении закладных деталей.

Полуавтоматическая сварка под флюсом. Рекомендуется в качестве эффективного способа соединения арматурных стержней диаметром более 20 мм при сварке тяжелых арматурных каркасов и монтаже сборных железобетонных конструкций. Этот вид сварки, применяемый в условиях строительной площадки, по сравнению с ванно-шовной сваркой позволяет повысить производительность труда, достичь экономии электродной проволоки и электроэнергии, уменьшить потери на угар, разбрызгивание и огарки. Кроме того, благодаря флюсу снижаются потери тепла в окружающее пространство, а отсутствие открытой сварочной

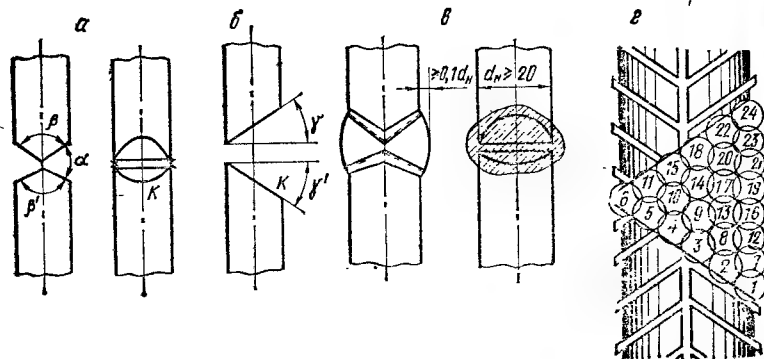


Рис. 11.23. Стыковое соединение вертикальных стержней без скоб-подкладок
 а — разделка торцов стержней, к которым есть доступ с двух сторон; б — то же, для стержней, к которым есть доступ с только одной стороны; в — вид сварного соединения; г — порядок плавок слоев многослойного шва; К — место возбуждения электрической дуги

дуги улучшает условия труда. Полуавтоматическую сварку под флюсом выполняют с помощью комплексной установки шлангового полуавтомата, в котором скорость подачи электродной проволоки можно изменять. Направляющим каналом для движущейся электродной проволоки служит шланговый провод, внутри которого, кроме того, размещен провод, подводящий сварочный ток к электрододержателю.

После установки форм пространство между срезанными торцами свариваемых стержней засыпают флюсом и в него погружают сварочную проволоку. После этого возбуждают дугу между проволокой и нижней частью торца одного из стержней (возбуждать дугу между проволокой и медной формой не допускается). На заключительном этапе конец электродной проволоки не следует приближать к центру образуемого шва, чтобы предупредить образование большой ванны жидкого металла. В процессе сварки досыпают флюс в моменты, когда начинается разбрызгивание жидкого шлака.

Режим и технологические параметры полуавтоматической сварки под флюсом выбирают в зависимости от диаметра свариваемых стержней (табл. 11.9).

Полуавтоматическая сварка порошковой проволокой. Этот прогрессивный способ не требует применения флюса и защитного газа. Сварку порошковой проволокой применяют для стыкования в заводских и монтажных ус-

11.9. РЕЖИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

Диаметр стержня, мм	Скорость подачи проволоки, м/ч	Начальное напряжение, В	Сила тока, А	Глубина шлаковой ванны, мм	Продолжительность сварки стержней, с	
					горизонтальных	вертикальных
При диаметре электродной проволоки 2 мм						
20...25	290...310	42...38	300...400	10...15	45...75	80...100
28...32	370...400	44...40	350...450	10...20	80...100	110...150
36...40	460...500	46...42	400...500	15...20	110...130	180...240
При диаметре электродной проволоки 2,5 мм						
20...25	180...200	42...40	420...450	10...15	40...65	75...100
28...32	250...270	44...42	440...480	10...20	75...95	100...140
36...40	310...340	46...42	460...500	15...20	110...130	170...220

ловиях стержней арматуры диаметром 20...80 мм в горизонтальном и вертикальном положениях с применением стальных (остающихся) подкладок и съемных медных форм.

Порошковая проволока представляет собой оболочку из стальной ленты с одним или двумя подгибами кромки в сечении, внутри которой помещена шлакообразующая смесь. Для сварки строительных конструкций наибольший эффект дает применение порошковой проволоки марки ПП-ДСК и ЭПС-15/2.

Ввиду высокой стоимости порошковой проволоки (625 руб. за 1 т) применение ее может быть экономически оправдано в случае, когда конструктивное решение свариваемых узлов (небольшое расстояние между бетоном и стержнями) не позволяет использовать формирующие съемные устройства.

ГЛАВА 12. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВАРНЫХ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Заготовка элементов стыков

Процесс изготовления закладных деталей состоит из ряда последовательно выполняемых технологических операций: правка и срезание стержневой арматуры, изгиба стержней, резание листового, полосового и профильно-

го проката, сварка заготовленных элементов; нанесение антикоррозионного покрытия.

Для правки, резания и изгиба стержневой арматуры используют правильно-отрезные станки, приводные станки для резки и изгиба арматуры, применяющиеся при производстве арматурных работ. Резание листового проката на полосы, а затем рубку на заготовки проектных размеров выполняют на гильотинных ножницах; раскрой профильного проката — на комбинированных ручных ножницах.

Сварка закладных деталей

При изготовлении закладных деталей в виде тавровых соединений стальных анкерных стержней из стали классов А-I, А-II и А-III диаметром 10...40 мм с плоскими элементами применяют сварку под флюсом. При этом способе толщина плоского элемента закладной детали, к которому приваривают анкерные стержни, составляет $0,75 d_n$, где d_n — номинальный диаметр анкерного стержня.

В заводских условиях для сварки тавровых соединений арматурных стержней диаметром 10...40 мм из стали А-I...А-III с плоскими элементами толщиной до 20 мм применяют как полуавтоматическую, так и автоматическую сварку под флюсом.

При автоматической сварке под флюсом дуга возбуждается и горит непосредственно между анкером и плоским элементом. Анкер в процессе сварки перемещают вдоль его вертикальной оси и на заключительном этапе устанавливают в ванну расплавленного металла в плоском элементе.

Качество сварных соединений элементов закладных деталей обеспечивают контролем качества материалов (арматурной стали, листового и профильного проката, электродов, флюса), а также выполнением текущего операционного и приемочного контроля.

Защита закладных деталей от коррозии

Стальные закладные детали (в том числе сварные соединения в узлах панельных зданий) и при необходимости арматура должны иметь защиту от коррозии. Та-

кой защитой служит покрытие из какого-либо материала, наносимое на защищаемую металлическую поверхность.

Долговечность антикоррозионного покрытия прежде всего зависит от подготовки поверхности, на которую его наносят: она должна быть сухой, чистой и шероховатой. Шероховатость металлической поверхности придают пескоструйной обработкой, для которой применяют металлический песок, представляющий собой частицы чугуна крупностью 0,5...2,5 мм.

Пескоструйную обработку выполняют специальным пистолетом в металлических шкафах, сжатый воздух подают под избыточным давлением до 0,6 МПа.

В заводских условиях в качестве антикоррозионной защиты закладных деталей наиболее часто используют цинковое покрытие, которое наносят способами металлизации, а также гальванизации и горячего цинкования.

Сущность способа металлизации заключается в нанесении на поверхность детали расплавленного цинка струей сжатого воздуха с помощью специальных аппаратов-металлизаторов. Цинковая проволока в металлизаторе плавится под действием электрической дуги (в электрометаллизаторе) или ацетилена, сгорающего в струе воздуха (в газопламенной горелке). Металлизацию выполняют также в специальных шкафах. Вместо цинка может быть применен алюминий.

Защитное покрытие наносят на обе стороны и боковые грани пластинки закладной детали. Анкерные стержни допускается металлизировать на длину 50 мм от места приварки к пластинке. В условиях строительной площадки антикоррозионное покрытие приходится возобновлять после сварки закладных деталей, так как оно выгорает в зоне сварного шва и около него.

В построечных условиях эффективна газопламенная металлизация, выполняемая с помощью специальной установки, которая имеет ацетиленовую горелку. Отделение, где находится баллон с ацетиленом, изолировано от остального оборудования, находящегося в контейнере, огнестойкой стенкой. Перед началом работы в бачок засыпают сухую цинковую или алюминиевую пыль. Затем в горелку подают воздух и ацетилен, зажигают эту смесь и, отрегулировав горение, включают подачу металла. В пламени ацетидена порошок, наносимый на поверх-

24

ность, плавится, образуя защитный слой. Давление сжатого воздуха при работе установки 0,3 ... 0,5 МПа.

Закладные детали и арматуру железобетонных конструкций из ячеистых и пористых бетонов защищают цементноказеиновой обмазкой, а также обмазками, в состав которых входят синтетические материалы. В готовом железобетонном изделии обмазку на закладные детали наносят кистью.

Участок металлизации в цехе оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией, а шкафы для пескоструйной обработки и металлизации — отдельной вытяжной вентиляцией.

Характеристику антикоррозионного покрытия указывают в рабочих чертежах и выполняют его по специальной инструкции, контролируя пооперационно, начиная с подготовки деталей к металлизации.

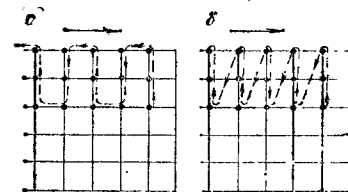
ГЛАВА 13. ИЗГОТОВЛЕНИЕ АРМАТУРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Организация производства арматурных изделий

Арматурные изделия в зависимости от их типа и объема годового выпуска изготавливают следующие предприятия: арматурные мастерские и арматурно-сварочные участки строительных площадок, районные и арматурно-сварочные заводы, заводы сварных арматурных сеток метизной промышленности.

Во всех арматурных цехах перечисленных выше предприятий независимо от их мощности схемы технологического процесса производства арматуры не имеют принципиальных различий. Арматурная сталь от момента ее приема на заводе до момента выдачи готовых арматурных конструкций проходит через следующие операции: разгрузку и хранение на складе; правку, резание, изгиб и стыковую сварку в заготовительном отделении; изготовление плоских каркасов и сеток с применением контактной точечной сварки в сварочном отделении; изгиб каркасов и сеток на машинах; укрупнительную сборку и сварку отдельных арматурных элементов в крупные блоки или целые объемные арматурные каркасы на специальных установках, выполняемые в сборочном отделении.

Рис. 11.24. Схема движения сетки при односточечной сварке
а — П-образная; б — И-образная



Изготовление плоских арматурных сеток и каркасов

Для изготовления сварных арматурных сеток и каркасов при небольших объемах работ и разнообразной номенклатуре изделий применяют односточечную сварку арматуры, и для некоторых видов арматурных каркасов — иногда и ручную вязку.

При изготовлении сварных арматурных сеток и каркасов на односточечных машинах организация рабочего места зависит от ширины изделий, массы и вылета электродов машины. Рабочее место оборудовано сварочной машиной, рабочим столом, обитым кровельной сталью, деревянной подставкой под ноги для изоляции сварщика и лотками для нарезанных стержней. Сварочную машину обслуживают один сварщик и один арматурщик. Арматурщик подносит и укладывает стержни в лотки, снимает готовые сетки со стола и укладывает их около машины, отвозит сетки на склад.

Сварные сетки, ширина которых превышает вылет электродов машины, изготавливают в два приема: сначала сваривают сетку с одной стороны, затем поворачивают ее на 180° и сваривают с другой стороны. Можно избежать поворота сетки установкой двух машин, на которых поочередно сваривают пересечение стержней сетки. При этом производительность труда повышается вдвое.

При сварке на односточечных машинах применяют две схемы передвижения сетки — П-образную и И-образную (рис. 11.24). И-образная схема более экономична, так как включает меньшее число движений.

Для изготовления арматурных каркасов цилиндрической формы применяют специальные машины. Продольные арматурные стержни каркаса соединяют между собой приваренной к ним спиралью из катанки. Сварку пересечений продольных стержней и спирали каркаса

выполняют на сварочном барабане, используя роликовый электрод, к которому ток подают от сварочного трансформатора. На установке такого рода можно изготовлять цилиндрические арматурные каркасы для труб диаметрами 300...1500 мм.

Изготовление пространственных сварных арматурных каркасов

Для изготовления сварных пространственных арматурных каркасов используют готовые плоские каркасы или отдельные стержни.

Готовые плоские каркасы собирают в кондукторах с таким расчетом, чтобы места стыковки каркасов между собой были легко доступны и соединяют их дуговой или точечной сваркой. Для соединения каркасов из стержней диаметром 12...14 мм обычно применяют подвесные машины со сварочными клещами. В этом случае кондуктор с уложенными в него каркасами устанавливают на роликовый стол и перемещают около неподвижно установленной подвесной машины по мере сварки стыков.

Пространственные каркасы целесообразно делать из сеток, согнутых на станках. В этом случае уменьшается объем сварочных работ (например, у каркасов четырехугольного сечения вместо четырех сторон достаточно сварить только две).

Пространственные каркасы из отдельных стержней диаметром от 8 мм и более собирают также в кондукторах. Стержни сначала прихватывают, а затем соединяют между собой дуговой сваркой, как указано в рабочих чертежах.

Изготовление вязаных арматурных сеток и каркасов

Ручную вязку арматурных сеток и каркасов выполняют при небольшом объеме работ, а также при изготовлении и некоторых сложных пространственных арматурных изделий (например, при сборке арматуры консолей колонн, изготовлении отдельных нетиповых изделий на заводах, укрупнении арматурных каркасов в условиях строительной площадки).

Для вязки применяют отожженную стальную проволоку диаметром 0,8 и 1 мм, заготовленную в виде мотков или отрезков длиной 80...100 мм, связанных в пучки.

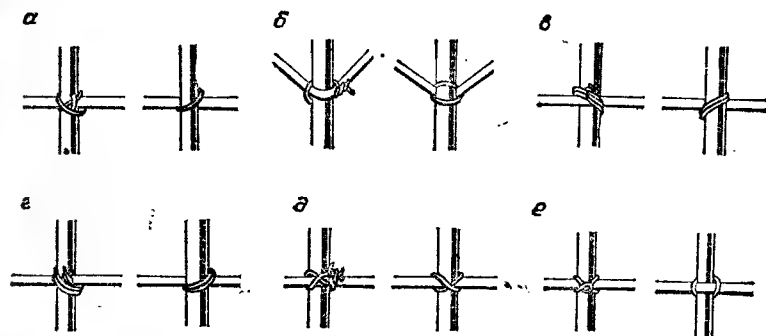


Рис. 11.25. Типы проволочных узлов, применяемых при ручной вязке
а — простой; б — угловой; в — двухрядной; г — двойной; д — крестовой; е — мертвый. Каждый узел показан спереди и сзади

Инструментом для вязки проволочных узлов служат арматурные кусачки длиной 150 мм. Зубцы кусачек должны легко открываться и закрываться и быть немного притуплены для того, чтобы во время вязки они не откусывали проволоку.

Проволочные узлы могут быть различного типа (рис. 11.25). Наиболее распространен простой узел, который выполняют следующими приемами (рис. 11.26):

- проволокой в мотке без подтягивания стержней;
- проволокой в мотке с подтягиванием стержней.

Сборку и вязку пространственных прямоугольных каркасов выполняют на козлах или консольных стойках.

Ручную вязку арматурных узлов с помощью кусачек отличает повышенная трудоемкость. В последнее время вязку проволокой заменяют использованием специальных фиксаторов (скрепок) из круглой проволоки (рис. 11.27, 11.28), которые изготовляют при помощи изгибающих механизмов автоматического станка А-7115.

Приемка и контроль качества сварных арматурных изделий

Технические требования к сварной арматуре и закладным деталям, правила их приемки и методы испытания изложены в ГОСТ 10922—75. Указанный ГОСТ распространяется на сварные арматурные изделия, закладные детали и на сварные соединения, применяемые при изготовлении и монтаже железобетонных конструкций.

Приемку сварочных работ, выполненных при изго-

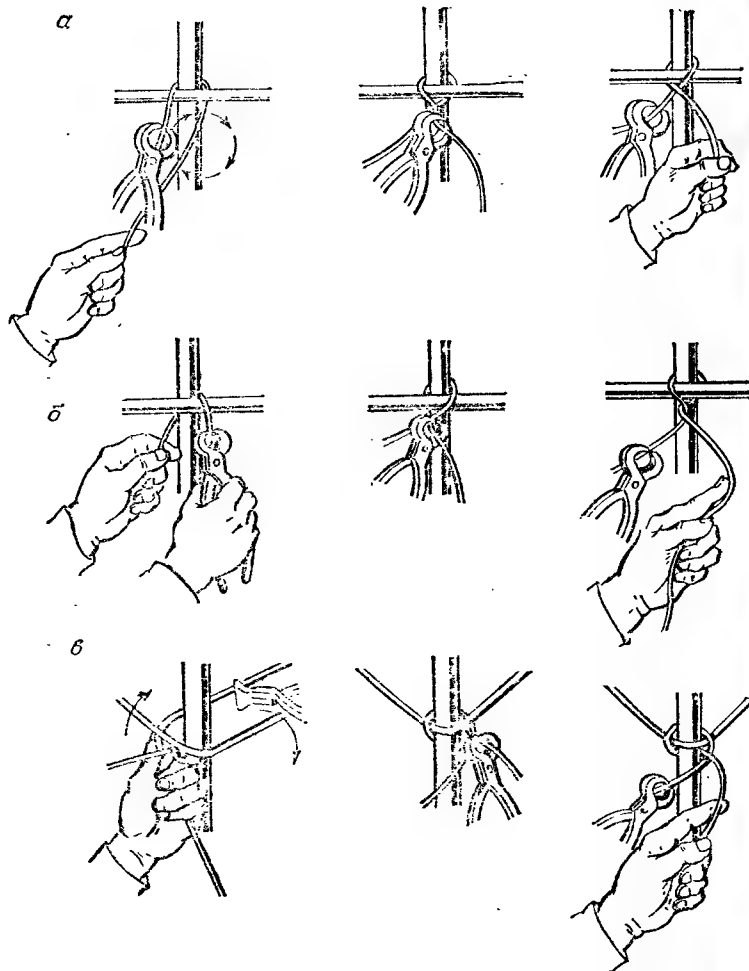


Рис. 11.26. Приемы вязки проволокой пересечений арматурных стержней
 а — простого узла без подтягивания; б — простого узла с подтягиванием; в —
 узлов арматурных каркасов с подтягиванием

товлении арматурных изделий, закладных деталей и при монтаже сборных железобетонных конструкций, осуществляют в соответствии с СН 393-78. При контроле и приемке сварочных работ, производимых на строительной площадке в процессе возведения монолитных и монтажа сборных железобетонных конструкций, необходи-

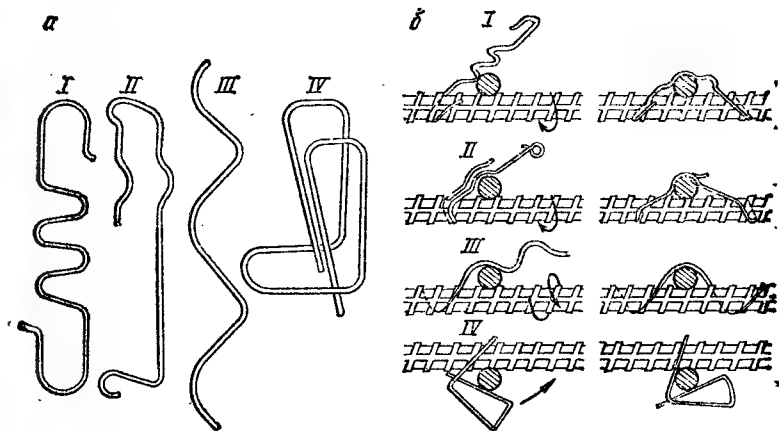


Рис. 11.27. Фиксаторы для сварки арматурных каркасов
 а — типы фиксаторов; б — последовательность установки фиксаторов типов I...IV

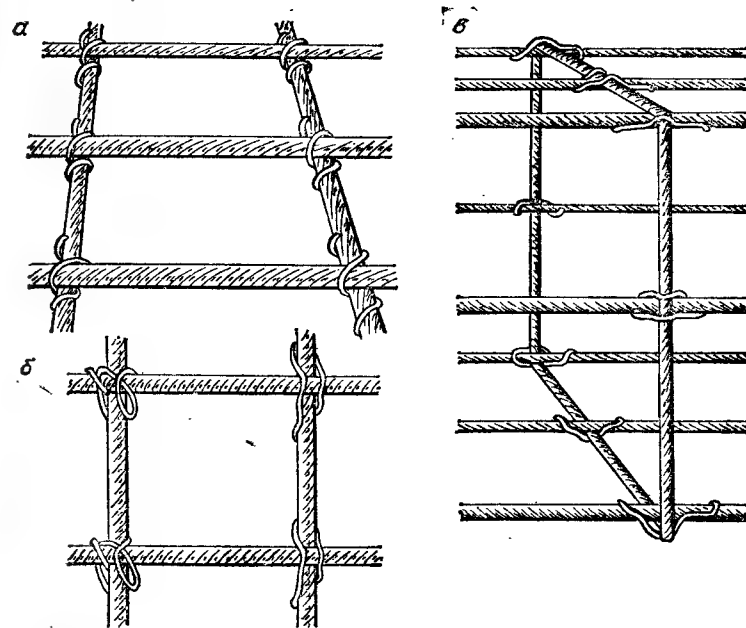


Рис. 11.28. Фрагменты арматурных сеток и каркасов, собранных с помощью специальных фиксаторов
 а — горизонтальная сетка; б — вертикальная сетка; в — пространственный каркас

мо также учитывать требования СНиП III-15-76 и СНиП III-16-80.

Качество сварки контролируют в три этапа: предварительный контроль; текущий контроль в процессе сварки; контроль качества выполненных сварных соединений и изделий.

Предварительный контроль включает проверку материалов и оборудования. Проверяют соответствие требованиям действующих стандартов всех сварочных материалов (электродов, флюса, электродной проволоки), а также условия их хранения. Сварочные материалы, не имеющие документа, удостоверяющего их качество, или не удовлетворяющие каким-либо требованиям, применять запрещено.

Качество арматурной стали, листового профиля или профильного проката, применяемого для закладных деталей, проверяют путем сопоставления данных сертификата, внешнего осмотра и обмеров с данными проекта и соответствующих стандартов. При проверке оборудования, инструментов и приспособлений необходимо установить их соответствие требуемой технологии сварки и пригодность для выполнения работ.

Правильность выбора режима сварки контролируют прежде всего, проверяя паспорта сварочного оборудования и выполняя его настройку на заданные параметры. Затем осматривают пробные образцы, выполненные при данном режиме сварки, и испытывают их на прочность.

Контроль в процессе сварки заключается в наблюдении за сохранением заданного сварочного режима, техники и технологии сварки.

Готовые сварные арматурные изделия и конструкции следует принимать на месте их изготовления — на заводе или в арматурном цехе строительной площадки. В каждую проверяемую партию включают однотипные каркасы, сетки или закладные детали, выполненные из одинаковых материалов, одним сварщиком, на одних и тех же машинах и при одинаковом режиме сварки. При массовом отпуске с завода партия должна состоять из 100 шт. арматурных изделий; при мелкосерийном изготовлении число изделий в партии устанавливают в каждом отдельном случае.

От партии отбирают 5 % изделий (но не менее 5 и не более 15 шт.) для внешнего осмотра и обмера и 3 шт. для испытания прочности сварных соединений.

В каждом отобранном изделии проверяют общий габарит, размеры трех — пяти ячеек сеток и каркасов, прямолинейность и диаметр трех — пяти стержней, наличие сварки в узлах рулонных сеток не менее чем в пяти рядах пересечений поперечных стержней со всеми продольными стержнями. Осуществляют внешний осмотр и обмер не менее пяти стыковых соединений, выполненных контактной сваркой; всех крестообразных соединений, выполненных дуговой сваркой; всех соединений элементов закладных деталей, выполненных ручной дуговой сваркой; не менее десяти крестообразных соединений, выполненных контактной точечной сваркой.

Допускаемые отклонения размеров сварных арматурных изделий от проектных не должны превышать следующих значений, мм:

	Сборные конструкции	Монолитные конструкции
Длина арматурного изделия и расстояние между крайними стержнями по длине, мм:		
до 4500	+5; -10	±10
св. 4500 до 9000	+7; -10	±15
св. 9000 до 15 000	±10	±20
св. 15 000	±15	±25
Ширина арматурного изделия и расстояние между стержнями по ширине, мм:		
до 1500	±5	±10
св. 1500	+7; -10	±10
Высота арматурного изделия и расстояние между стержнями по высоте, мм:		
до 100	+3; -5	±3 -5
св. 100 до 250	±5	+5 -7
св. 250 до 400	+5; -7	+7 -10
св. 400	+5; 10	+10 -15
Расстояние между стержнями, мм:		
до 50	±2	±2
св. 50 до 100	±5	±5
св. 100	±10	±10
Расстояние от одного из крайних стержней до любого другого стержня (если они являются выпусками и подлежат сварке при монтаже сборных железобетонных конструкций)		
	±5	±5

Габарит и расстояние между осями крайних стержней по длине арматурных изделий для плит, панелей и настилов не должны отличаться от проектных более чем на $+5$, -10 мм при любой длине изделия.

В закладных деталях отклонение габаритов от проектных значений плоских элементов не должно превышать ± 5 мм; размеров анкерных стержней по длине деталей типа «открытый столик» — ± 10 ; расстояния от одного из крайних анкерных стержней до любого другого анкерного стержня — ± 5 .

Толщина плоских элементов закладных деталей должна быть в пределах допускаемых отклонений: на прокат. Необходимо контролировать, чтобы отклонение от плоскости лицевых поверхностей закладных деталей из проката любого вида не превышало 2 мм при длине плоского элемента закладной детали до 250 мм и 3 мм при большей длине. Угол между сваренными элементами не должен превышать указанного на рабочих чертежах более, чем на 5° .

Необходимо, чтобы в каркасах и сетках с рабочей арматурой из гладких стержней были сварены все пересечения стержней. Несваренных пересечений допускают не более 2 % общего числа пересечений, исключая два крайних стержня по периметру сетки. В сетках с рабочей арматурой из стержней периодического профиля число несваренных пересечений может быть более 2 %.

Узлы, не подлежащие сварке, должны быть указаны в проекте.

Механическим испытаниям на прочность подвергают сварные соединения изделий из партии, принятой по внешнему осмотру.

Поверхности закладных деталей должны быть без ржавчины и окалины, следов битума, масла и других загрязнений. Поверхность кромки и торцы деталей должны быть ровными.

Техника безопасности при изготовлении арматурных изделий

Требования по технике безопасности при механической обработке арматурной стали приведены в гл. 10; здесь же изложены требования при электросварке арматуры и определены связанные с этим условия электробезопасности.

Для защиты работающих от поражений электрическим током необходимо, чтобы металлические корпуса электросварочных трансформаторов, генераторов машин для контактной, стыковой и точечной сварки и другое оборудование имели заземление, выполняемое до присоединения их к электросети.

Следует регулярно проверять исправность электросварочных аппаратов и агрегатов, обращая особое внимание на отсутствие напряжения на их корпусах при включенном состоянии. При электросварке плавлением электрододержатели должны иметь простое и надежное соединение со сварочным проводом, надежную изоляцию и прочно зажимать электрод.

Контакты электрододержателя во время сварки не должны чрезмерно нагреваться. При работе с открытой электрической дугой электросварщику необходимо защищать лицо и глаза шлемом-маской или щитком с защитными стеклами (светофильтрами). При замене электрода запрещено прикасаться к токоведущим частям.

При сварке в закрытых помещениях рабочие места электросварщиков должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов переносными ширмами из негорючих материалов. Ширмы следует ставить при значительном числе рабочих мест сварщиков, а также в местах интенсивного движения людей, как внутри помещений, так и на открытом воздухе.

При автоматической и полуавтоматической сварке недопустимо применение влажного и загрязненного флюса, в особенности, если он загрязнен маслами, жирами или смолами. В закрытых помещениях следует использовать флюс с минимальным содержанием плавикового шпата или других компонентов, которые при сгорании выделяют вредные вещества.

Контактные стыковые машины должны иметь прозрачные щитки, предохраняющие рабочих от искр и позволяющие наблюдать за процессом сварки. Вторичную обмотку подвесных трансформаторов и сварочных клещей необходимо заземлять или применять трансформаторы с обмотками на разных кернах с заземленным магнитопроводом.

Защищать электроды контактных машин можно только после отключения их от электросети.

Щкафы, пульты и станины контактных машин, внутри которых расположены токоведущие части, находя-

щиеся под напряжением, должны иметь дверцы с блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения при открывании дверцы. При отсутствии блокировки дверца должна иметь замок, открывать который разрешено только электромонтажнику.

Ремонтные работы и всякого рода переключения в электросварочных установках может выполнять только электромонтажник.

ГЛАВА 14. ПРОИЗВОДСТВО АРМАТУРНЫХ РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Состав арматурных работ

Арматурные работы в условиях строительной площадки имеют определенную специфику, которую создают следующие факторы: сложность очертаний монолитных железобетонных конструкций и большой объем по сравнению с типовыми сборными конструкциями; разнообразие конструкций; необходимость сборки и установки арматуры на различной высоте и в условиях, затрудняющих организацию рабочего места арматурщика; преобладание ручной дуговой сварки, а иногда и применение ручной вязки; необходимость совместной работы арматурщика с машинистом крана, бетонщиками и рабочими других смежных специальностей.

На строительной площадке арматурщикам приходится работать при возведении зданий и сооружений, включающих монолитные, сборно-монолитные и сборные железобетонные конструкции. В зависимости от этого выполняют определенный состав операций:

при возведении монолитных железобетонных конструкций — заготовку арматурных стержней и изделий в специализированном цехе; укрупнительную сборку пространственных арматурных каркасов; сборку арматурно-опалубочных блоков; установку готовых каркасов и сеток в опалубку; монтаж арматурно-опалубочных блоков; установку арматуры отдельными стержнями в опалубку и вязку каркаса;

при возведении сборно-монолитных конструкций — установку арматурных каркасов, сеток и отдельных стержней в стыках и узлах между сборными элементами;

при монтаже сборных железобетонных конструкций — стыковку выпусков арматурных стержней сборных конструкций; сварку закладных деталей.

Транспортирование и складирование арматурных изделий

При транспортировании, погрузке и разгрузке арматурных изделий принимают меры, предохраняющие их от разрушений и деформаций, разрывов сварных соединений, искривлений. Арматурные сетки и каркасы перевозят пакетами, прямые и гнутые стержни — связанными в пачки.

Пространственные арматурные каркасы при перевозке надежно закрепляют на транспортных средствах, чтобы исключить возможность их деформации под действием собственного веса и толчков. При перевозке арматурных изделий, длина которых более чем на 1,5 м превышает длину кузова автомобиля, используют прицеп.

Пространственные каркасы в местах возможных повреждений при транспортировании следует усиливать временными деревянными или металлическими креплениями.

Арматуру на строительный объект поставляют комплектно с тем, чтобы иметь все ее типоразмеры, необходимые для бесперебойного монтажа арматуры сооружаемой части железобетонной конструкции. Складывают арматуру на объекте так, чтобы можно было легко найти нужные детали. Для обеспечения бесперебойного ведения монтажных работ на объекте создают запас готовой арматуры в объеме не менее чем трехсменная потребность.

При большом расходе арматуры на объекте для ее технической приемки и исправления повреждений, возникающих при транспортировании, выделяют опытного арматурщика.

Складирование арматуры осуществляют на центральных базисных или приобъектных складах. Центральный склад устраивают при больших объемах арматурных работ для приемки, длительного хранения и подготовки арматурных конструкций к монтажу. Приобъектные склады организуют в зоне действия монтажных механизмов и рассчитывают их на хранение не более чем

патического запаса арматурных конструкций. Склады оборудуют транспортными средствами, стеллажами, стендами и другими необходимыми устройствами. Территория склада должна быть правильно спланирована, иметь необходимые уклоны и водостоки, а также электрическое освещение.

На центральных складах выполняют следующие работы: выгрузку прибывшей арматуры; сортировку арматуры по объектам, маркам и диаметру; учет прибывающей и отгруженной арматуры; осмотр, проверку качества, устранение дефектов и восстановление маркировки; укрупнительную сборку; нанесение знаков мест строповки, центра тяжести и т. п.; погрузку и отправку на объект к месту монтажа. На приобъектном складе выполняют те же работы, кроме сортировки и отгрузки арматуры.

При складировании арматура не должна соприкасаться с грунтом, поэтому ее укладывают на деревянные, бетонные или другие подкладки; в многоярусных штабелях между ярусами укладывают прокладки по одной вертикали с подкладками. Расстояния между подкладками и прокладками должны исключать образование остаточных деформаций в арматурных изделиях. Высота прокладок составляет не менее 150 мм, толщина (в штабелях) — не менее габаритов строповочных петель или других строповочных устройств, но не менее 50 мм. Высота штабеля не должна превышать 1,5 м.

Установка арматуры при возведении монолитных железобетонных конструкций

При возведении монолитных железобетонных конструкций находят применение два способа монтажа арматуры: отдельными элементами; укрупненными элементами (каркасами и сетками).

При укладке арматуры *отдельными элементами* и их вязке особое значение имеет организация работы. Все операции по укладке и вязке арматуры разделены внутри звена: арматурщик 5—6-го разрядов выполняет только вязку арматуры, а рабочие 2—3-го разрядов раскладывают элементы и помогают их вязать. При выполнении этих операций рабочие перемещаются по фронту укладки.

Перед началом работ должны быть изучены рабочие чертежи, продумана организация труда, рабочие — обес-

печены необходимыми приспособлениями и исправным инструментом.

Арматуру к месту работ подают только комплектно, иначе каркас не может быть связан. Вначале проверяют основные размеры опалубки и лишь после этого приступают к раскладке элементов в порядке, обратном сборке, т. е. верхние стержни каркаса укладывают вниз, а нижние — вверх. Бирки должны быть повернуты кверху лицевой стороной. В случае необходимости арматуру чистят и выпрямляют до подачи ее на укладку.

При армировании колонны отдельными стержнями один рабочий из состава звена опускает сверху в короб (открытый с одной или двух сторон для возможности вязки хомутов) вертикальные стержни и хомуты, второй привязывает хомуты к стержням и вертикальные стержни к выпускам арматуры нижележащих колонн или фундаментов.

Арматурный каркас балки обычно собирают на козелках и в готовом виде опускают в опалубку.

При армировании плит перед раскладкой стержней и вязкой узлов на опалубке размечают места укладки элементов. Если арматура плиты имеет стяжки между верхней и нижней сетками, то один из концов стяжки обычно оставляют в вертикальном положении, загибая торчащие концы. Простейшим инструментом для этого служит трубчатый ключ, состоящий из отрезка газовой трубы с приваренным к нему рычагом.

Железобетонные вертикальные стены и перегородки лучше всего армировать с подвижных подмостей, опускающихся или поднимающихся по мере производства работ. Удобство таких подмостей заключается в том, что арматурщик работает всегда стоя, а не в согнутом положении. До установки арматуры размечают, пользуясь шаблоном, места расположения вертикальных и горизонтальных стержней. При разметке арматурщик прибывает к опалубке через 1...1,5 м по высоте гвозди, к которым в дальнейшем крепят вертикальные стержни. Эти стержни устанавливают первыми, а затем ставят горизонтальные с одновременной вязкой мест пересечения. Узлы вяжут в шахматном порядке (кроме двух крайних стержней по контуру).

Работу ведут звеньями, состоящими обычно из двух арматурщиков.

При ручной установке отдельных стержней и их вяз-

ке состав звена арматурщиков зависит от вида конструкции и ее сложности, а также от диаметра стержней. Если стержни соединяют сваркой, то в составе звена должен быть электросварщик ручной сварки.

Требования к качеству установленной арматуры должны быть соблюдены при любом способе выполнения работ.

Приемку установленной арматуры оформляют актом на скрытые работы.

Сборка арматуры укрупненными элементами ускоряет выполнение работ и снижает их трудоемкость. Последовательность установки укрупненных арматурных элементов на монтаже зависит от условий производства работ. Монтаж крупных арматурных конструкций промышленных и специальных сооружений выполняют по проекту производства работ, в котором указаны последовательность установки отдельных элементов, способы их подачи и крепления узлов, а также типы используемых временных приспособлений. Установку арматуры можно начинать только после проверки соответствия опалубки проектным размерам и подписания акта о приемке работ по устройству опалубки.

Сборка арматуры плит и стенок укрупненными элементами заключается в укладке готовых сварных рулонных или плоских сеток, которые раскатывают на опалубке между балками и прогонами и закрепляют в проектном положении. Стыки рабочей арматуры диаметром до 32 мм в сварных и вязаных каркасах выполняют внахлестку без сварки. При диаметре стержней 32...40 мм такие стыки не рекомендуются, а свыше 40 мм — не допускаются. Не допускается также устройство стыков внахлестку без сварки элементов, сечение которых полностью растянуто, например, в затяжках, а также в тех случаях, когда применяют арматуру из стали классов А-IVK и А-IIIв.

При стыковке сварных сеток и каркасов внахлестку без сварки перепуск нахлестки принимают по табл. 11.10.

Для сварных каркасов стыковка внахлестку допускается только при одностороннем расположении рабочих стержней арматуры.

При стыковке сварных сеток из круглых гладких стержней в каждой сетке в пределах стыка должно быть расположено не менее двух поперечных стержней (рис. 11.29, а). При стыковке сеток из стержней периодического

11.10. ДЛИНА ПЕРЕПУСКА СВАРНЫХ СЕТОК И КАРКАСОВ ИХ ДИАМЕТРОМ ДО 32 мм ПРИ СТЫКОВКЕ ИХ ВНАХЛЕСТКУ

Расположение стыков	Наименьшая длина перепуска, число соединяемых стержней для арматуры классов			
	A-I, A-II	A-III, A-IIIв	A-I; A-II	A-III, A-IIIв
В растянутой зоне изгибаемых внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов	35	45	30*	40*
В центрально-растянутых или внецентренно растянутых элементах (плитах, стенках)	40	50	35*	40*

Примечание. Знаком* отмечены значения для бетона класса В30; цифры без знака* — для бетона класса В20.

профиля приварка поперечных стержней в пределах стыка не обязательна, но в этом случае длину нахлестки увеличивают на пять диаметров (рис. 11.29, б). Стыки стержней в нерабочем направлении (поперечные монтажные стержни) выполняют с припуском, равным 50 мм при диаметре распределительных стержней до 4 мм, и 10 мм при диаметре более 4 мм (рис. 11.29, в). При диаметре рабочей арматуры 16 мм и более сварные сетки в нерабочем направлении укладывают впритык друг к другу, перекрывая стык специальными стыковыми сетками (рис. 11.29, г), укладываемыми с перепуском в каждую сторону не менее 15 диаметров распределительной арматуры, но не менее 100 мм.

Сварные сетки в нерабочем направлении можно укладывать впритык без нахлестки и без дополнительных стыковых сеток в следующих случаях: при укладке сварных полосовых сеток в двух взаимоперпендикулярных направлениях; при наличии в местах стыка дополнительного конструктивного армирования в направлении распределительной арматуры.

Стыковку рабочих стержней на месте установки сварных сеток и каркасов выполняют дуговой сваркой при их диаметре не менее 8 мм. Стержни диаметром до 18...20 мм сваривают с помощью накладки или внахлестку. Осуществляют также стыковку приваркой стержней сеток и каркасов к общей стальной полосе. В этом случае

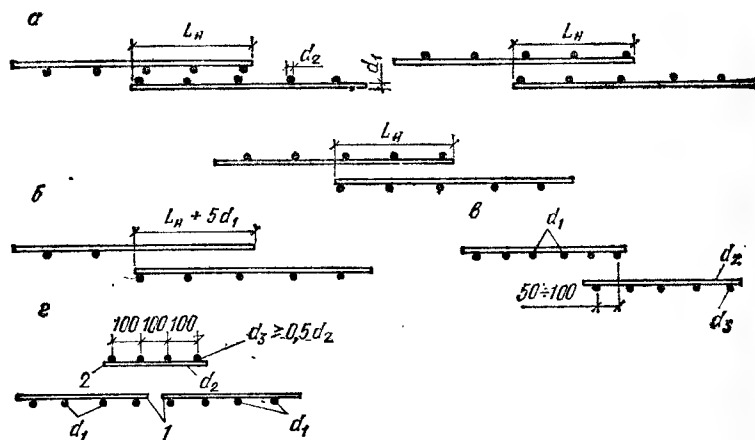


Рис. 11.29. Стыки сварных сеток, выполненных внахлестку без сварки а — при гладких стержнях; б — при стержнях периодического профиля; в — в нерабочем направлении с припуском; 2 — в нерабочем направлении с дополнительной сеткой; L_n — длина нахлестки; d_1 — диаметр рабочих стержней; d_2 — диаметр распределительных стержней; d_3 — диаметр распределительных стержней распределительной сетки

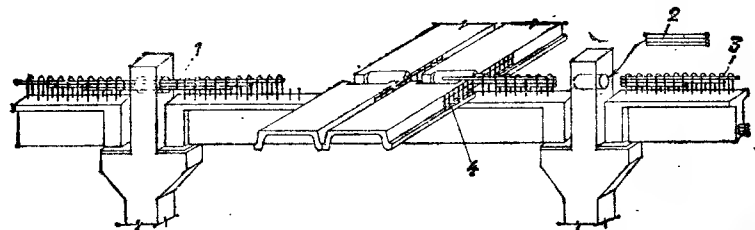


Рис. 11.30. Сборно-монолитная конструкция каркаса многоэтажного здания 1 — арматура, закладываемая в колонну при замоноличивании; 2 — арматурные коротышки; 3 — арматурные выпуски из ригелей, предназначенных для замоноличивания; 4 — арматурные сетки, закладываемые в швы между плитами при замоноличивании

общая длина фланговых швов на каждом стержне должна быть не менее десяти диаметров приваренного стержня. Соединение стержней диаметром свыше 18...20 мм выполняют ваннным способом на желобчатых подкладках или накладках.

Установка арматуры при возведении сборно-монолитных конструкций

Сборно-монолитные конструкции часто применяют при строительстве подземных резервуаров, каналов, тоннелей, при возведении каркасов зданий и путепроводов.

При возведении сборно-монолитных конструкций между сборными элементами оставляют швы, в которые в соответствии с проектом закладывают дополнительную арматуру (рис. 11.30), соединяют ее с выпусками арматуры сборных конструкций. Затем швы бетонируют. Арматура воспринимает усилия, возникающие при совместной работе этих частей под расчетной нагрузкой.

Установка арматуры при возведении сборных железобетонных конструкций

При монтаже сборных железобетонных конструкций выполняют сварку стыков арматурных стержней и элементов стальных закладных деталей. Такую сварку, как правило, выполняют на высоте, что затрудняет организацию рабочего места и ухудшает условия работы сварщика.

Для стыковки выпусков стержней арматуры применяют ванную сварку, в инвентарных медных формах — полуавтоматическую под флюсом, многоэлектродную или одноэлектродную — покрытыми электродами.

Только при невозможности применения указанных выше способов сварки допускается дуговая сварка с использованием стальных остающихся подкладок или накладок.

В стыковых соединениях железобетонных сборных конструкций приходится сваривать большое число стыкуемых стержней. Поэтому очень важно соблюдать очередность сварки. В качестве примера на рис. 11.31, а показана последовательность сварки одним или двумя сварщиками арматурных выпусков в узле примыкания ригеля к колонне, а на рис. 11.31, б — то же, для стыков колонн. В этом случае, если зазор между торцами стержней превышает максимально допустимый, разрешено применять вставку из куска стержня таких же марки, класса стали и диаметра, как стыкуемые стержни (рис. 11.32.). Длина вставки не должна превышать 150 мм. Сварку стыков отдельных рядов арматурных стержней необходимо вести симметрично от оси железобетонного элемента к его краям. В зависимости от числа сварщиков устраивают односторонние или двухсторонние подмости на колоннах.

Перед сваркой концы стержней на расстоянии $5d$ от торца следует очистить от влаги, снега, льда или инея

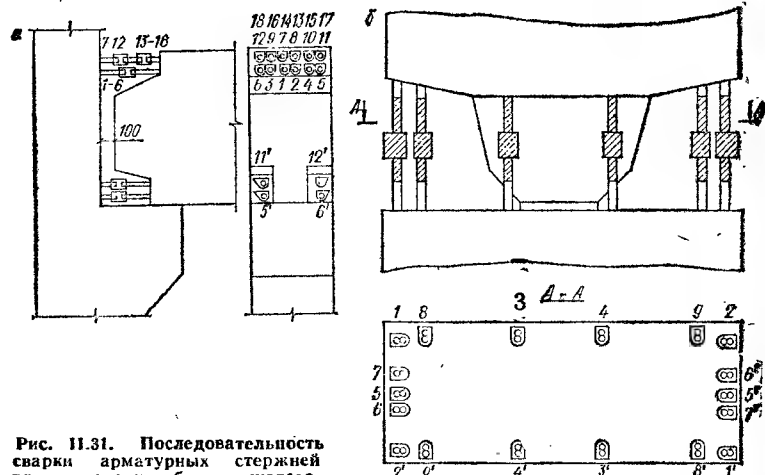


Рис. 11.31. Последовательность сварки арматурных стержней при возведении сборных железобетонных конструкций

а — в узлах примыкания ригелей к колоннам; б — в стыке колонн. Цифрами 1...17 показана очередность сварки. Цифры 1'...8' обозначают, что сварку выполняет второй сварщик

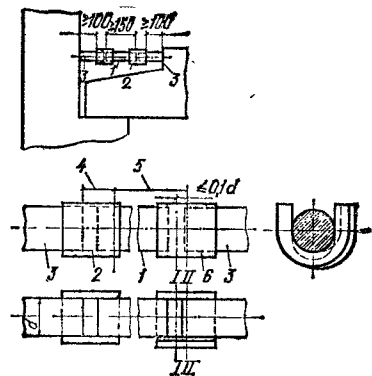


Рис. 11.32. Стыковое соединение стержней арматуры с применением вставки

1 — вставка; 2, 6 — дополнительные формирующие элементы; 3 — выпуски стержней; 4 — зазор, превышающий допускаемый; 5 — отрезаемая часть стержня; 1 — ось, зазора между вставкой 1 и стержнем 3; 11 — ось формирующего элемента 6; d — диаметр стержня

и высушить; подогрев концов с этой целью допускают до температуры не более 100...150 °С.

Если при ванной сварке стык остался незаконченным, например из-за перерыва в подаче электроэнергии, он считается дефектным и подлежит вырезке или исправлению наплавкой многослойных швов.

Плоские элементы закладных деталей при монтаже сборных железобетонных конструкций сваривают вна-

хлестку ручной дуговой сваркой. Перепуск должен составлять не менее 5 толщин соединяемых деталей, но не менее 30 мм. Сварку вертикальных швов таких соединений следует выполнять снизу вверх.

Техника безопасности при производстве арматурных работ

Устанавливаемые арматурные элементы следует обязательно закреплять, оставлять их незакрепленными не разрешается. Вязать или сваривать арматуру, стоя на привязанных или приваренных хомутах или стержнях, запрещено.

При установке арматуры колонн, стен и других вертикальных конструкций высотой более 3 м следует через каждые 2 м по высоте устраивать подмости с настилом шириной не менее 1 м и ограждением высотой не менее 0,8 м.

При вывешивании верха готового каркаса колонн и его раскреплении применяют подпорки и доски. Во время вязки и сварки вертикальных установленных каркасов стоять на их стержнях запрещено.

Нельзя находиться на арматурно-опалубочных блоках до полной их установки и закрепления.

Ходить по заармированному перекрытию разрешается только по ходам шириной 0,3 и 0,4 м, установленным на козелках.

Запрещено хранить запасы арматуры на подмостях. При установке арматуры вблизи электрических проводов, находящихся под напряжением, следует принять меры, исключающие прикосновение арматуры к проводам.

Металлическую окалину, пыль, грязь со стержней и сварных соединений удаляют ручным или механизированным способом; эту работу выполняют в защитных очках и плотных перчатках.

Перед началом электросварочных работ необходимо проверить:

исправность электросварочного аппарата и изоляцию корпуса аппарата, сварочного провода и электродвигателя (у аппаратов с дистанционным управлением);

наличие и правильность заземления сварочного аппарата; отсутствие вблизи места сварки (на расстоянии не менее 5 м от него) легко воспламеняющихся веществ.

Сварочные аппараты и агрегаты, установленные на открытой площадке, защищают от атмосферных осадков (навесами или брезентом) и механических повреждений.

Выполнять электросварочные работы под открытым небом во время дождя и грозы запрещено. Длина провода между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом для ручной дуговой сварки должна быть более 15 м. Во избежание механических повреждений провода помещают в резиновый рукав. Нельзя использовать провода с поврежденной оплеткой и изоляцией.

Выполнять сварочные работы на высоте с лесов, подмостей и люлек разрешено только после того, как будет проверена руководителем работ надежность этих устройств, а также приняты меры, предупреждающие загромождение настила и падение расплавленного металла на работающих внизу людей.

Сварщики, работающие на высоте, должны иметь пояса или сумки для электродов и ящики для огарков. Разбрасывать огарки запрещено.

При работе с открытой электрической дугой электросварщикам необходимо защищать лицо и глаза шлемом-маской или щитком с защитными стеклами-светофильтрами. От брызг расплавленного металла или загрязнения светофильтры защищают простым стеклом.

Рабочих, помогающих электросварщику, в зависимости от условий также обеспечивают щитками и очками.

При обслуживании автоматов для сварки под флюсом необходимо использовать очки в чешуйчатой оправе с синими светофильтрами.

РАЗДЕЛ III. БЕТОННЫЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 15. БЕТОН И БЕТОННАЯ СМЕСЬ

Общие сведения о бетонах и их свойствах

Понятие о бетоне. Виды бетонов. Бетон получают в результате затвердения правильно подобранной смеси: вяжущего вещества, воды, мелких и крупных заполнителей и в необходимых случаях специальных добавок.

Смесь цемента и воды называют цементным тестом, а смесь его с песком и щебнем (или гравием) — бетонной смесью. Цементное тесто служит клеем, который, затвердевая, скрепляет между собой зерна песка и щебня (или гравия); в результате этого уложенная в форму бетонная смесь постепенно превращается в искусственный каменный материал — бетон.

Цемент в бетоне является связующим, или, как обычно говорят, вяжущим веществом.

Песок и щебень (гравий) в процессах образования бетона не участвуют, поэтому их называют заполнителями или инертными материалами. Различают мелкие и крупные заполнители. К мелким относят песок и другие заполнители (например, шлак, керамзит) с зернами крупностью до 5 мм; к крупным заполнителям — щебень (каменный, керамзитовый, шлаковый и др.) и гравий с зернами крупностью 5...150 мм. Иногда в бетон укладывают более крупные куски камня — «изюм». Если смесь содержит кроме цемента и воды только мелкие заполнители, то ее называют цементным раствором.

Наибольшее распространение в строительстве имеет тяжелый бетон, состоящий из смеси цемента и воды с песком и гравием или каменным щебнем. Плотность тяжелого бетона в затвердевшем состоянии составляет 2200...2500 кг/м³. Применяют также мелкозернистые бетоны (без крупного заполнителя — гравия или щебня) средней плотностью свыше 1800 кг/м³. Бетоны плотностью 1800 кг/м³ и меньше называют легкими (или теплыми), так как они обладают низкой теплопроводностью).

Основное отличие легких бетонов от обычных (тяжелых) состоит в том, что их готовят на легких заполнителях, имеющих пористую структуру (керамзит, перлит, гранулированный шлак и др.).

При строительстве атомных электростанций для радиационной защиты от атомных реакторов применяют различные специальные бетоны, в частности особо тяжелые плотностью 2800...6000 кг/м³. Заполнителями в них являются железная руда, стальной или чугунный скрап и др.

Прочность бетона. Основное требование, предъявляемое к бетону — приобретение им в определенный срок (обычно в 28 дней) заданной прочности на сжатие. В

зависимости от прочности на сжатие бетон разделяют на классы*:

тяжелые бетоны с крупным заполнителем — В3,5; В5; В7,5; В12; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60;

Мелкозернистые бетоны — от В3,5...В30 при мелком песке до В40 при крупном песке;

легкие бетоны — В20...В40 при плотности бетона 2000 кг/м³ и В5...В35 при плотности 1800...1900 кг/м³.

Класс бетона назначают в проекте сооружения. Например, если на чертеже указано «класс бетона В20», то это означает, что прочность бетона при сжатии (через 28 дней) составляет 20 МПа.

Тяжелые бетоны классов до В7,5 включительно применяют только для неармированных конструкций. Конструкции с предварительно напрягаемой арматурой выполняют из тяжелого бетона класса не ниже В20 или из легкого бетона класса не ниже В15.

Прочность бетона зависит прежде всего от качества составляющих материалов и состава бетона. Строительная лаборатория подбирает компоненты бетона в таком соотношении, при котором прочность его была бы не ниже заданной марки. Правильность подбора состава бетона проверяют раздавливанием на специальных прессах стандартных образцов (кубиков), изготовленных из бетона принятого состава и выдержанных определенное время после затворения (например, 7 или 28 дней).

Рассмотрим подробнее те условия, от которых зависит прочность бетона.

✓ *Качество цемента.* Чем выше прочность (активность) цемента, тем выше будет и прочность бетона. Чем скорее твердеет цемент, тем быстрее будет нарастать прочность бетона.

✓ *Количество цемента, расходуемого на 1 м³ бетона.* Наилучший показатель прочности имеет бетон с таким расходом цемента, при котором густое цементное тесто заполняет все пустоты в песке и обволакивает тонким слоем частицы песка, а цементно-песчаный раствор заполняет все пустоты в крупном заполнителе.

Количество воды. При одном и том же количестве

* В некоторых случаях наряду с классом, определяемым по прочности на сжатие, бетон характеризуется дополнительно классами по прочности на осевое растяжение и на растяжение при изгибе (в дорожных и аэродромных покрытиях).

цемента прочность бетона будет тем меньше, чем больше в нем содержится воды. Это объясняется следующим. Для твердения бетона необходимо количество воды, равное примерно 20 % массы цемента (так, например, при расходе цемента 220...250 кг на 1 м³ бетона требуется 45...50 л воды), но при таком количестве воды бетонная смесь получится слишком сухой, ее нельзя достаточно равномерно перемешать и плотно уложить, поэтому практически приходится добавлять в 3...4 раза больше воды (около 160...180 л на 1 м³). Излишняя вода по мере твердения испаряется, оставляя поры (пустоты). Чем больше воды было добавлено в бетонную смесь при ее приготовлении, тем больше пор образуется в затвердевшем бетоне и тем меньше из-за этого будет его прочность.

Качество заполнителей — их чистота, форма и зерновой состав (количество зерен различной крупности и максимальная крупность зерен). Неправильная форма зерен и шероховатая поверхность способствуют лучшему сцеплению цементного теста с заполнителями и созданию большей прочности; округлая форма и окатанная поверхность прочности уменьшают. Загрязненность заполнителей, ухудшающая сцепление их с цементным тестом, также снижает прочность бетона.

Качество перемешивания. Оно зависит от способа и продолжительности перемешивания. Недостаточное перемешивание сильно снижает прочность бетона.

Порядок укладки бетонной смеси в конструкцию. При перерывах в укладке бетонной смеси большое значение имеет способ обработки поверхности стыка бетона, уложенного после перерыва с уложенным до перерыва. Несоблюдение правил обработки поверхности (очистка, насечка, промывка) сильно снижает прочность стыка.

Уплотнение бетонной смеси. Бетон, уплотненный в виде смеси вибраторами, имеет на 10...30 % большую прочность, чем бетон, уплотненный вручную.

Возраст бетона. Прочность бетона растет вместе с его возрастом и особенно быстро — в начальном возрасте (до 28 дней). Прочность продолжает нарастать более медленно в течение ряда лет.

Условия твердения. Наибольшую прочность бетон получает при твердении во влажной среде. Наоборот,

твердение в сухом и жарком воздухе может привести к получению низкокачественного бетона.

Пониженная температура замедляет нарастание прочности, а при температуре ниже нуля твердение бетона прекращается.

Замерзание приостанавливает процесс твердения бетона, но по оттаивании процесс продолжается. Бетон теряет прочность, если он замерз до достижения им «критической прочности». Еще более вредными, чем преждевременное замерзание, являются попеременные замерзание и оттаивание свежего бетона, в результате чего бетон в некоторых случаях может даже потерять способность твердеть.

Плотность бетона. В технологии бетона под плотностью понимают степень заполнения всего объема бетона твердым веществом (отвердевшим цементным тестом и заполнителями). Например, если плотность бетона имеет значение 0,85, то это означает, что 85 % объема составляют входящие в него материалы, а 15 % — поры, образовавшиеся главным образом вследствие испарения находившейся в бетоне воды.

В нормах на проектирование бетонных и железобетонных конструкций под плотностью бетона понимается его объемная масса в кг/м^3 , характеризующая его марку по плотности.

Плотность является одним из важнейших свойств бетона. От нее зависят его прочность, водонепроницаемость, морозостойкость (см. ниже), а следовательно, и долговечность.

Морозостойкость бетона. Ее характеризует способность бетона, достигшего проектной прочности, не разрушаться под действием замерзания и оттаивания. Морозостойкость проверяют специальными испытаниями стандартных образцов на многократное замораживание и оттаивание. Число испытаний в зависимости от марки бетона по морозостойкости устанавливает ГОСТ.

В результате испытаний прочность бетона должна снизиться не более чем на 25 %, а потеря массы образца — не превышать 5 %. По морозостойкости тяжелый бетон разделяют на марки F50... F150.

Водонепроницаемость бетона. Требования водонепроницаемости предъявляют к бетонам, применяемым при строительстве резервуаров и гидротехнических сооружений. При испытании на водонепроницаемость образцы определенной формы и размеров подвергают давлению воды и устанавливают то наибольшее значение, при котором еще не наблюдают просачивание воды через образец.

По водонепроницаемости тяжелый бетон разделяют на марки W2... W12.

Усадка бетона. Твердение бетона всегда сопровождается изменением его объема: на воздухе бетон высыхает и дает усадку, в воде он немного разбухает. Так как усыхание бетона снаружи происходит быстрее, чем внутри, то возникает неравномерная усадка, вызывающая появление мелких трещин. Неравномерность усадки можно уменьшить регулярной поливкой и укрытием поверхности бетона. Усадка тем больше, чем жирнее бетон, т. е. чем больше в нем цемента, и чем пластичнее бетонная смесь, т. е. чем больше в ней воды. Наибольшую усадку даст бетон, твердеющий в воздушно-сухих условиях при недостатке влаги.

Выделение тепла. При твердении бетон выделяет тепло, вследствие чего в массивных конструкциях (например, в плотинах, больших фундаментах и т. п.) наблюдается длительное повышение температуры бетона даже при низкой температуре окружающего воздуха. При производстве зимних работ повышение температуры уложенного бетона из-за выделения тепла позволяет вести бетонирование ряда конструкций без обогрева.

Температурные деформации бетона. Бетон подчиняется общему закону расширения и сжатия тел при изменении температуры. Коэффициент линейного расширения бетона составляет в среднем 0,00001. Это значит, что на каждые 10 м длины бетон либо расширяется (удлинится) на 1 мм при повышении температуры на 10°, либо сжимается (укорачивается) на 1 мм при снижении температуры на 10°. При больших размерах бетонных и железобетонных сооружений температурные деформации становятся настолько значительными, что могут повлиять на прочность сооружения. Чтобы уменьшить это влияние, сооружение разрезают по длине на несколько участков температурными швами. Если, например, сооружение забето-

нировано летом при температуре 20°C и расстояние между температурными швами принято около 40 м, зимой при температуре -20° в шве может образоваться зазор шириной до 15 мм.

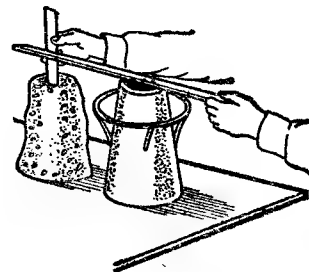
Бетонная смесь и ее характеристика

Важнейшими свойствами бетонной смеси, которые в большой степени определяют методы и правила производства бетонных работ, являются степень ее подвижности (консистенция) и удобообрабатываемость. Поэтому при подборе состава бетона учитывают не только требуемую прочность бетона, но и заданную условиями производства работ подвижность бетонной смеси. Подбор состава бетонной смеси заключается в том, чтобы при наименьшем расходе цемента получить смесь требуемой подвижности, удобную для транспортирования и укладки, которая после отвердения даст бетон требуемой прочности.

Подвижность бетонной смеси измеряют «осадкой конуса», для чего применяют форму из листовой стали, изготовленную в виде конуса со срезанной вершиной. Верхний диаметр конуса 100 мм, нижний 200 мм, высота 300 мм. Внутреннюю поверхность формы, которая должна быть совершенно гладкой, слегка смачивают водой и ставят на горизонтальную площадку, тоже предварительно смоченную. Форму наполняют бетонной смесью в три слоя по 10 см каждый и каждый слой протыкают (без удара) 25 раз стержнем диаметром 15 мм.

После наполнения формы излишек бетонной смеси срезают вровень с краями и медленно снимают форму вверх за кольцо, сохраняя при этом строго вертикальное ее положение. Отформованный бетонный конус после снятия формы даст осадку, которую легко измерить, положив линейку на поставленную рядом с бетоном форму (рис. III.1). Чем больше осадка конуса, тем больше степень подвижности бетонной смеси. Бетонную смесь с небольшим количеством воды, не дающую осадки или имеющую осадку в пределах 1...2 см, называют жесткой; смесь с большим содержанием воды, дающую осадку 3...16 см, — пластичной, а выше 16 см — литой. Значения подвижности бетонной смеси (осадка конуса) в зависимости от вида конструкций и их массивности (табл.

Рис. III.1. Измерение осадки конуса



III.1) должны соответствовать следующим значениям, см:

Подготовка под фундаменты и полы, основания дорог и аэродромов	0...1
Покрытие дорог и аэродромов, полов, массивные неармированные или малоармированные конструкции	1...3
Массивные армированные конструкции, плиты, балки, колонны большого и среднего сечения со сторонами 400...800 мм	3...6
Железобетонные конструкции, сильно насыщенные арматурой; тонкие стенки и колонны; бункеры, силосы, балки и плиты малого сечения:	
горизонтальные элементы	6...8
вертикальные »	8...10
Конструкции, бетонируемые в скользящей опалубке	6...10
Густоармированные конструкции с закладными деталями	20...24

Указанные значения подвижности бетонной смеси, кроме последних, относятся к жестким и пластичным смесям, укладываемым с помощью вибраторов. При использовании литых бетонных смесей, содержащих добавки суперпластификаторов, значение подвижности можно устанавливать на месте строительства в зависимости от характера конструкции и способа транспортирования и укладки смесей в пределах 16...24 см.

Независимо от подвижности бетонная смесь должна быть удобообрабатываемой. Это, в частности, значит, что при заполнении формы и уплотнении смесь должна сохранять однородность, не расслаиваться. Удобообрабатываемая бетонная смесь легко штыкуется при укладке в конусную форму; из-под формы при ее напол-

II 1.1. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ, с

Объем готового замеса, л	Перемешивание в гравитационных смесителях при исходной подвижности смеси, см		Перемешивание в смесителях принудительного действия
	3...8	более 8	
500 и менее	75	60	50
Более 500	120	90	60

нении не вытекает вода; после снятия конуса бетонная смесь оседает, не разваливаясь и не осыпаясь.

Проверкой удобообрабатываемости бетонной смеси может служить, например, проба «на лопату». Ударяя плашмя лопатой по бетонной смеси, смотрят, какой след оставляет лопата. Если раствор не заполнил пустоты в щебенке, это означает, что его недостаточно и смесь неудобообрабатываема. Если при ударе лопата погружается в бетонную массу, оставляя впадину, это указывает на избыток раствора. Такой бетон может быть сильно пористым.

Если к бетонной смеси добавить одновременно цемент и воду, то подвижность бетонной массы увеличится. Если при этом не изменить водоцементное отношение (отношение массы воды к массе цемента), то прочность бетона не изменится. Таким образом можно добиться нужной подвижности бетонной смеси при заданной прочности бетона.

Состав бетона задают:

в виде соотношения по массе количества цемента, песка и щебня (гравия), причем количество цемента принимают за единицу; количество воды указывают отдельно в виде водоцементного отношения V/C (например, состав 1 : 2,5 : 4,5 по массе; $V/C = 0,6$);

в виде количества материалов на 1 м³ бетона [например, 260 кг цемента, 170 л (кг) воды, 700 кг песка, 1280 кг щебня].

Цементы, их разновидности и основные свойства

Портландцемент. По прочности (активности) портландцемент делят на марки: 300, 400, 500, 600. Применяют для бетона надземных, подземных и подводных кон-

струкций. Нельзя применять портландцемент для бетона конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных вод и не имеющих при этом специальных мер защиты.

Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ). Представляет собой разновидность портландцемента, отличающуюся быстрым нарастанием прочности в ранние сроки (1...3 дня). Предел прочности при сжатии через 3 сут должен быть не ниже 25 МПа.

Пластифицированный портландцемент. Его получают добавлением (в процессе помола клинкера) пластифицирующей поверхностно-активной добавки (сульфитно-дрожжевой бражки) в количестве 0,15...0,25%, которая придает растворам и бетонам на этом цементе повышенную подвижность и удобоукладываемость.

Тампонажный цемент. Является разновидностью портландцемента, обладающей высокой прочностью в начальные сроки твердения. Это качество обуславливает его эффективное применение при тампонировании нефтяных и газовых скважин. Используют тампонажный цемент в виде цементного теста (без заполнителей) с $V/C = 0,4 \dots 0,5$.

Шлакопортландцемент. Представляет собой способное затвердевать в воде и на воздухе вяжущее вещество, получаемое в результате совместного помола цементного клинкера, доменного гранулированного шлака и гипса или тщательного смешивания тех же материалов, измельченных отдельно.

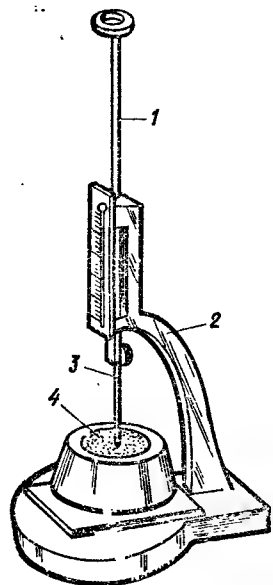
Шлакопортландцемент характеризует замедленное по сравнению с портландцементом твердение, особенно при низких положительных температурах. При твердении он выделяет меньше тепла, чем портландцемент.

По прочности шлакопортландцемент делят на марки: 200, 300, 400 и 500.

Пуццолановый портландцемент. Его отличает от обычного портландцемента повышенное содержание активных минеральных добавок (трепсела, диатомита, пемзы, туфа и др.), вводимых при помоле портландцементного клинкера. Пуццолановый портландцемент при твердении на воздухе дает большую усадку и меньший рост прочности по сравнению с обычным портландцементом, но лучшие результаты при твердении в воде и во влажных условиях.

Рис. III.2. Прибор для определения нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста

1 — подвижной стержень; 2 — стационарная; 3 — пестик; 4 — кольцо



Бетоны на пуццолановом портландцементе имеют высокую водостойкость, повышенную водонепроницаемость, но пониженную морозостойкость. По прочности пуццолановый портландцемент делят на марки: 200, 300, 400 и 500.

Его применяют для бетона подземных и подводных конструкций, подвергающихся воздействию пресных вод, а также наземных конструкций, находящихся в условиях повышенной влажности. Нельзя применять пуццолановый портландцемент для бетона конструкций, подвергаемых быстрому высыханию и эксплуатируемых в переменных влажностном и температурном режимах.

Контроль качества цемента. Внешний осмотр. Выполняют на глаз и на ощупь, устанавливая, что цемент не отсырел и не содержит заметных посторонних примесей.

Проверка сроков схватывания цементного теста. Сначала определяют нормальную густоту цементного теста на специальном приборе (рис. III.2). Если пестик диаметром 10 мм и длиной 50 мм, будучи погружен в цементное тесто, заполняющее кольцо высотой 40 мм и имеющее форму усеченного конуса со

средним диаметром 70 мм, не достигает дна на 5...7 мм, то густоту считают в норме. Густоту цементного теста определяет количество воды в процентах от массы цемента. Обычные портландцементы требуют 23...26 % воды, пуццолановые — 27...32 %.

Замесив пестик в стандартном приборе иглой диаметром 1,1 мм, определяют сроки схватывания. Началом схватывания считают время, прошедшее с момента приготовления цементного теста до момента, когда игла не дойдет до дна на 0,5...1 мм. Время от момента затворения теста до момента, когда игла проникает в тесто не более чем на 1 мм, считают концом схватывания цемента. По стандарту требуется, чтобы начало схватывания цементного теста наступило не ранее 45 мин, а конец — не позднее 12 ч после затворения.

Проверка равномерности изменения объема. Выполняют кипячением в течение 4 ч лепешек из цементного теста после суточного их хранения во влажном воздухе. Наличие в лепешках вспучиваний, отслоений, трещин, идущих от краев к середине, глухой звук этих лепешек при постукивании свидетельствуют о непригодности цемента.

Проверка прочности (активности) цемента. Для этого изготавливают и испытывают на изгиб до разрушения стандартные образцы-балочки размером 40×40×160 мм. Полученные после этого половинки балочек испытывают на сжатие. Образцы изготавливают из раствора состава по массе 1:3 с «нормальным» (вольским) песком. Раствор — пластичной консистенции, определяемой в соответствии с требованиями стандарта.

Со временем активность цемента снижается. Поэтому при хранении цемента свыше двух месяцев должна быть выполнена повторная проверка его качества.

Цемент хранят строго по маркам и видам. Запрещено смешивать в одном закроме, бункере или силосе цементы разных партий.

Добавки к вяжущим в бетонах

Общие сведения. Добавки вводят в состав вяжущих в процессе приготовления растворов и бетонов с целью изменения некоторых их физико-химических свойств (подвижности, удобоукладываемости, скорости твердения).

Количество вводимых добавок устанавливают по имеющимся указаниям или на основании лабораторных испытаний.

Добавки к вяжущим веществам в бетонах делят по назначению:

на активные минеральные, повышающие стойкость вяжущих в водной среде;

топкомолотые наполнители, уменьшающие расход цемента;

ускоряющие или замедляющие схватывание и твердение цемента;

противоморозные;

поверхностно-активные, повышающие длительность хранения цемента, уменьшающие водопотребность цемента и расход его для бетонов и растворов, а также повышающие водонепроницаемость и морозостойкость бетонов и растворов.

Добавки, ускоряющие твердение. Ускорителями твердения цемента являются водные растворы хлористых солей (хлористого кальция и др.). При твердении бетона в обычных условиях можно вводить хлористого кальция (считая на безводную соль) 0,5...2 % массы цемента. В неармированных бетонах количество хлористого кальция может быть повышено до 3 %.

Добавки противоморозные. Эти добавки снижают температуру замерзания воды в бетоне; их применяют при зимнем бетонировании (подробнее см. гл. 21).

Поверхностно-активные добавки (пластификаторы). Пластифицирующие добавки резко улучшают структуру (стресс) цементного теста и увеличивают подвижность свежеприготовленного раствора или бетонной смеси. Введение пластифицирующих добавок в раствор и бетонную смесь позволяет уменьшить количество воды для достижения заданной подвижности и повышает их прочность, плотность и морозостойкость.

Наиболее часто применяют твердые и жидкие концентраты сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ). Концентраты СДБ поступают на строительство в жидком и твердом виде. Жидкий концентрат СДБ — густая жидкость темно-коричневого цвета, содержащая не менее 50 % сухого вещества; твердый концентрат СДБ — темно-коричневая масса с содержанием 75...80 % сухого вещества.

В последние годы начато применение суперпластифи-

каторов (С-3, 10-3, МЛС и др.), сильно повышающих подвижность бетонной смеси и позволяющих применять безвибрационную ее укладку.

Комплексные добавки. Смесь добавок-ускорителей и пластификаторов позволяет улучшить свойства бетонной смеси и бетона без снижения интенсивности твердения бетона. В практике обычно применяют хлористый кальций в сочетании с СДБ. Добавка хлористого кальция способствует развитию коррозии арматуры, поэтому целесообразно применять ее в сочетании с нитритом натрия, являющимся ингибитором, т. е. веществом, предохраняющим арматуру от коррозии. Обе добавки вводят примерно в равных количествах.

Заполнители для тяжелых бетонов

Заполнители (песок, гравий, щебень и др.) образуют в бетоне и растворе жесткий скелет и уменьшают усадку при твердении цементного камня.

Зерна мелкого и крупного заполнителей должны быть твердыми и прочными, не содержать вредных примесей больше установленного предела. В целях уменьшения расхода цемента зерновой состав заполнителей необходимо специально подбирать из расчета обеспечения плотной структуры бетона.

Заполнители для тяжелого бетона разделяют по крупности зерен: на крупные — щебень и гравий с размерами зерен 5...150 мм и мелкие — песок с размерами зерен 0,15...5 мм.

Гравий и щебень разделяют по крупности зерен на фракции: 5...10, 10...20, 20...40 и 40...70 мм. По согласованию с потребителем поставщик может поставлять мелкий щебень фракции 3...10 мм (вместо 5...10 мм), а также щебень фракций 10...15, 15...20, 25...40 мм и фракций крупнее 70 мм (70...120 или 70...150 мм). Допускают также по согласованию сторон поставку гравия (щебня) в виде смеси двух (или более) смежных фракций.

Наибольшая крупность гравия (щебня) в неармированных конструкциях не должна превышать $\frac{1}{4}$ наименьшего размера сечения, а в железобетонных — $\frac{3}{4}$ наименьшего расстояния между стержнями арматуры. Наибольшая крупность заполнителя должна также соответствовать допустимой для применяемого смесителя. Для

бетоносмесителей циклического действия вместимостью (по объему готового замеса) до 165 л допустим заполнитель крупностью 40 мм; вместимостью 165 л и более — крупностью 70 мм. В гравитационных смесителях циклического действия вместимостью свыше 500 л (по готовому замесу) могут применять заполнители крупностью 120 мм. Крупность заполнителя и его зерновой состав определяют в лаборатории просиванием через стандартный набор сит.

Показателем механической прочности крупного заполнителя служит его «дробимость» при сжатии (раздавливании) в цилиндре, характеризующая потерей в массе материала за счет его измельчения при раздроблении и просивании сквозь сито.

Важными характеристиками щебня является также его морозостойкость (Мрз 15, 25, 50, 100, 150, 200 и 300 циклов замораживания и оттаивания) и объем пустот. В песке объем пустот должен быть не более 40 %, в гравии — 45 % и щебне — 50 %. Приблизенно объем пустот легко определить, наполняя водой мерную кружку с высушенным заполнителем: объем пустот равен объему налитой воды.

Количество глинистых примесей должно составлять в песке не более 2 %, в гравии и щебне — не более 1 % массы. Содержание глинистых и пылевидных примесей в песке определяют отмучиванием его в стеклянном цилиндрическом сосуде с водой. В осадке песок находится внизу, а пыль и глина — хорошо заметным слоем поверх него. Измерив толщину слоя примесей и осевшего песка, подсчитывают процентное содержание глинистых частиц.

Для улучшения свойств заполнителей выполняют обработку (обогащение) последних, как правило, в карьере. Так, зерновой состав песка может быть улучшен смешиванием местного мелкого песка с более крупным (привозным) или с высевками от дробления щебня (применение мелких песков приводит к повышению расхода цемента). Обогащение крупных заполнителей, загрязненных илом и глиной, может быть достигнуто промывкой, которую следует выполнять в карьере, или сухим способом — грохочением после подсушивания в сушильном барабане. Промывку песка для освобождения его от глинистых примесей практикуют редко, так как обычно она экономически невыгодна.

На месте заполнители принимают по объему с обме-

ром в штабелях или транспортных средствах. При приемке песка следует учитывать его способность несколько увеличиваться в объеме по мере увеличения влажности. При влажности песка 1...3 % объем его увеличивается до 10 %, а при влажности 3...10 % — до 15 %. Наибольший объем песок имеет при 5...7 % его влажности.

Заполнители для легких бетонов

Пористыми неорганическими заполнителями для легких бетонов называют сыпучие материалы с насыпной плотностью не выше 1200 кг/м³ при крупности зерен до 5 мм (песок) и не выше 1000 кг/м³ при крупности зерен 5...40 мм (щебень, гравий). По происхождению заполнители бывают природные и искусственные. Наибольшее распространение получили искусственные заполнители — керамзит, аглопорит, перлит, шлаковая пемза, гранулированный шлак, наилучшим образом отвечающие предъявляемым к ним требованиям.

Керамзитовый гравий получают обжигом легкоплавких глин до вспучивания, происходящего в интервале температур между их размягчением и спеканием. Плотность керамзита для конструктивных бетонов — 400...800 кг/м³, для теплоизоляционных — 300...500 кг/м³.

Аглопоритовый щебень получают при дроблении пористых кусков, образующихся в процессе спекания на агломерационных решетках смеси глин (или суглинков) с отходами топлива, содержащими свыше 10 % негорючего угля. Объемная плотность щебня — 400...800 кг/м³. Керамзитовый и аглопоритовый песок — результат дробления щебня (гравия) с измельчением до фракций менее 5 мм.

Перлит (щебень и песок) плотностью 250...400 кг/м³ является результатом процесса вспучивания вулканических пород с увеличением их в объеме в 6...12 раз при нагреве до 1100 °С.

Шлаковую пемзу, перерабатываемую на щебень и песок, получают в результате поризации расплавленных доменных шлаков при охлаждении их паром, а гранулированный шлак — в результате поризации тех же шлаков при быстром охлаждении их водой. Плотность шлаковой пемзы — 500...1200 кг/м³, гранулированного шлака — 800...1200 кг/м³.

Природными пористыми материалами являются вулканические породы — пемза и туфы, дроблением которых

получают щебень и песок. Эти материалы применяют преимущественно там, где они являются местными (например, в Армении).

По крупности зерен пористые заполнители разделяют на фракции: до 1,2; 1,2... 5; 5... 10; 10... 20; 20... 40 мм. По показателям плотности в сухом состоянии (в кг/м^3) пористые заполнители делят на марки: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1000 — для щебня (гравия) и песка; 1200 — только для песка.

При проверке качества пористых заполнителей в соответствии со стандартом материал подвергают различным испытаниям. В частности, определяют среднюю плотность, объем межзерновых пустот, плотность насыпную и в куске, пористость кусков, влажность и водопоглощение материала. Определяют также прочность заполнителя, его морозостойкость, а также зерновой состав.

ГЛАВА 16. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Технологические схемы бетонных заводов и установок

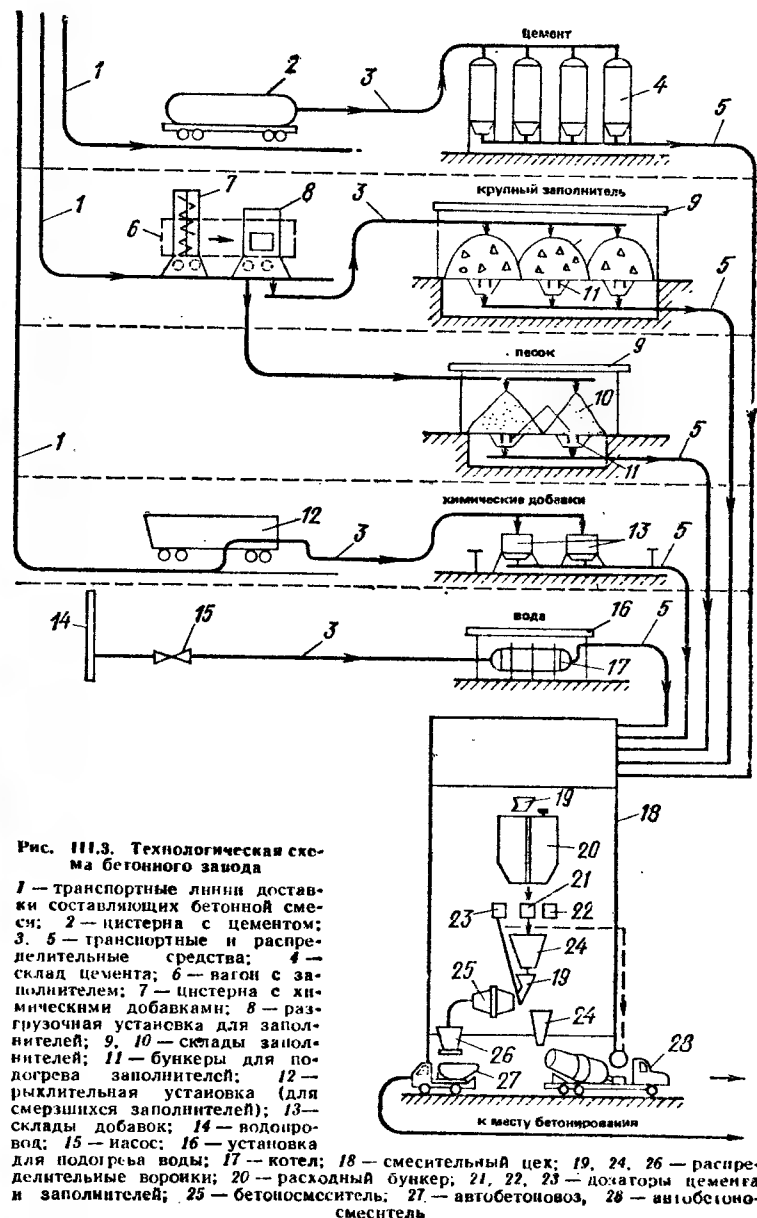
Производство бетонных смесей осуществляют на бетонных заводах и установках различной мощности, составляющей до 50000 $\text{м}^3/\text{год}$ и более. Мощность бетонных заводов зависит от их назначения.

По назначению заводы разделяют на районные, центральные и приобъектные. Районный завод обслуживает строительство, рассредоточенное в радиусе до 30... 50 км. Центральный завод обслуживает крупное, а приобъектный — мелкое сосредоточенное строительство. Назначение заводов влияет на возможность их перебазирования.

По возможности перебазирования различают заводы: неперобазиремые, стационарные (обычно районные); инвентарные, собираемые из отдельных перевозимых блоков (обычно — центральные); передвижные, монтируемые на автомобилях (обычно — приобъектные).

Производство бетонной смеси по полному циклу, как правило, осуществляют на стационарных районных бетонных заводах.

При этой технологической схеме (рис. III.3) исходные материалы по транспортным линиям подают к месту разгрузки: цемент — в специальных цистернах или



автоцементовозах; заполнители — в специальных вагонах, платформах или автомобилях: химические добавки — в цистернах. Вода поступает из водопровода или других источников с помощью насоса. Для разгрузки смержшихся при перевозке заполнителей используют разрыхлительные и разгрузочные установки. С места разгрузки исходные материалы с помощью транспортных и распределительных устройств (цементоводы, насосы, конвейеры, шнеки и т. д.) отправляют на склады. Цемент хранят в соответствии с маркой в различных бункерах (силосах), крупный и мелкий заполнители — в соответствии с их крупностью в различных штабелях, а добавки — в герметических емкостях. В зимних условиях крупный заполнитель и воду разогревают, для чего используют обогревающие устройства (обычно бункеры) и котлы. Со складов с помощью подъемно-транспортных устройств составляющие материалы подают в смесительный цех, где через систему воронок их загружают в расходные бункеры, а оттуда через дозаторы — в бетоносмесители. В бетоносмесителе все составляющие смешивают и получают бетонную смесь, которую через накопитель загружают в автобетоновоз. Смесь заполнителей, не смешанных с водой, подают в смесительный барабан автобетоносмесителя, а воду — в его бак. После загрузки автобетономобиля отправляются к месту укладки смеси.

Помимо указанных элементов в состав крупного бетонного завода входят системы автоматического управления, отопления, вентиляции, энерго-, воздухо- и водоснабжения, а также лаборатория, диспетчерская служба, ремонтно-механический цех, административный корпус. Иногда на заводе устанавливают дробильно-сертификаторное оборудование.

Производство бетонных смесей на средних и мелких бетонных заводах и установках обычно осуществляют по неполному технологическому циклу. В этом случае ряд перечисленных процессов, а также сооружений и механизмов могут отсутствовать.

Бетонные заводы различают по схемам компоновки смесительного цеха на высотные и партерные. Высотные схемы применяют на стационарных, а партерные, как правило, на инвентарных и передвижных заводах. При высотной схеме исходные материалы поднимают один раз, при партерной — дважды: первоначально для дозирования и вторично — для перемешивания.

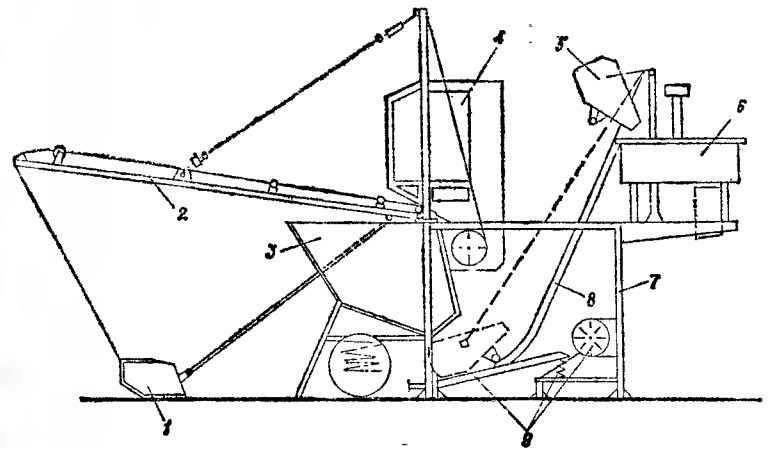


Рис. III.4. Передвижная блочная бетоносмесительная установка (технологический блок в рабочем положении)
1 — ковш для забора заполнителей; 2 — стрела скрепера; 3 — приемный бункер заполнителей; 4 — кабина управления установкой; 5 — ковш; 6 — бетоносмеситель; 7 — рама технологического блока; 8 — подъемное устройство бетоносмесителя; 9 — дозирующее устройство

Передвижную приобъектную бетоносмесительную установку с неполным технологическим циклом, выполненную по партерной схеме (рис. III.4), применяют для сезонного (летнего) строительства обычно на протяженных объектах. Установка состоит из двух транспортируемых блоков: первый включает в себя технологическое оборудование и оборудование склада заполнителей; второй — это склад цемента.

Стрела скрепера подает заполнители из склада в приемный бункер, откуда заполнители попадают сначала в дозатор, установленный на уровне земли, а затем с помощью подъемного ковша — в барабан бетоносмесителя. Цемент (винтовым шнеком или сжатым воздухом) подают из силосного склада в специальный дозатор и самотеком — в бетоносмеситель. Готовую смесь выгружают в кузов автомобиля.

Основное оборудование бетонных заводов и установок

Бетоносмесители. Бетоносмесители бывают периодического и непрерывного действия. По способу перемешивания различают смесители гравитационные и принудительного действия.

Наиболее распространенным является гравитационный смеситель периодического действия (рис. III.5), представляющий собой установленный на опорах опрокидывной двухконусный барабан с размещенными на его стенках лопастями. Перемешивание происходит за счет того, что все загруженные в барабан составляющие смеси попеременно то поднимаются вверх, то под действием силы тяжести падают вниз. В смесителях принудительного действия (рис. III.6) перемешивание выполняют лопасти специальной формы, насаженные на вертикальный вал, расположенный в центре цилиндрической чаши смесителя.

Наиболее важным параметром бетоносмесителя является объем приготовляемой за один цикл готовой бетонной смеси; в современных смесителях он составляет 65 ... 3000 л.

Объем загружаемых сыпучих материалов определяют, умножая значение объема готового замеса на коэффициент 1,5.

Максимальная крупность заполнителя составляет: для смесителей с вместимостью барабана 65 л — 40 мм; 165, 330; 500 л — 70 мм; 1600 л — 120 мм; 800, 1000, 2000, 3000 л — 120 мм (гравитационных) и 70 мм (принудительного действия).

Для качественного приготовления бетонных смесей необходимо соблюдать точное дозирование исходных составляющих. В этих целях на современных бетонных заводах используют весовые дозаторы периодического (рис. III.7) и непрерывного действия.

Современные дозаторы снабжены специальной системой, при которой подача составляющих в бункер автоматически прекращается сразу после достижения необходимой, заранее заданной дозы материала.

Складирование цемента на бетонном заводе является важным технологическим переделом, так как не только создает запас, но и оберегает цемент от губительного для него контакта с влажным воздухом атмосферы.

В настоящее время для хранения цемента используют капитальные, выполненные в железобетоне, и инвентарные, как правило, металлические склады (рис. III.8). Обычно склад представляет собой загружаемую сверху и разгружаемую снизу высокую цилиндрическую емкость — силос. Силос можно загружать и разгружать,

Рис. III.5. Гравитационный бетоносмеситель периодического действия

1 — барабан; 2 — рама; 3 — траверса; 4 — редуктор; 5 — электродвигатель; 6 — цапфа; 7 — гидравлическое оборудование для опрокидывания барабана

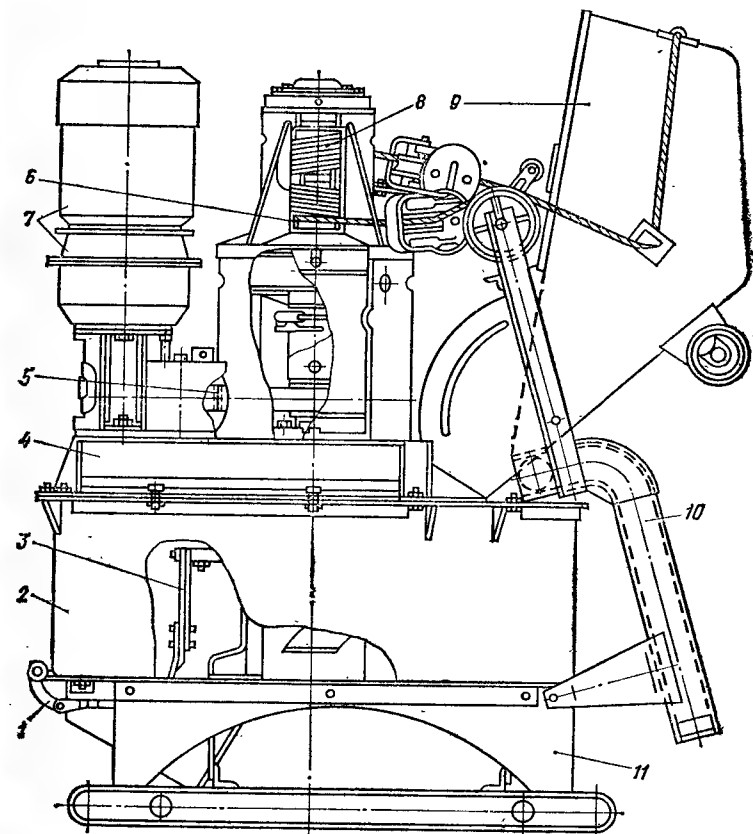
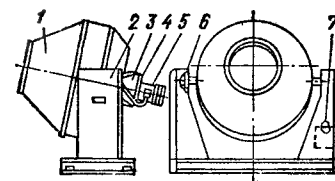


Рис. III.6. Бетоносмеситель принудительного периодического действия
1 — затвор; 2 — чаша; 3 — лопастной аппарат; 4 — рама; 5 — шестерня; 6 — вал вертикальный; 7 — мотор-редуктор; 8 — лебедка скипового подъемника; 9 — ковш скипового подъемника; 10 — направляющая ковша подъемника; 11 — основание

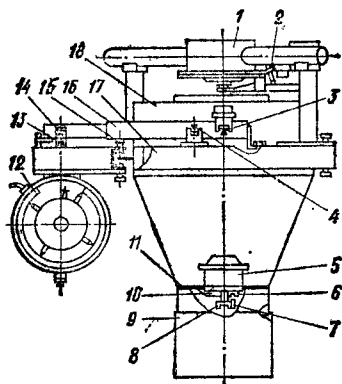
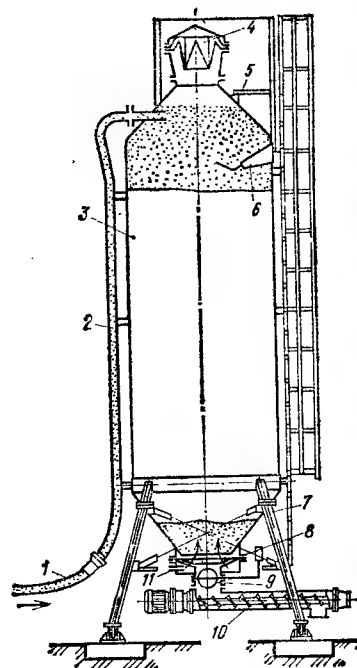


Рис. III.7. Дозатор периодического действия

1, 11 — затворы; 2 — упор; 3, 4, 14 — опорные устройства; 5 — пневмокамера; 6 — первичный преобразователь; 7 — флажок; 8 — рычаг затвора; 9 — рукав; 10 — заслонка; 12 — циферблатный указатель; 13 — тяга; 15 — винт; 16 — двойной рычаг; 17 — рама; 18 — бункер

Рис. III.8. Инвентарный силосный склад цемента

1 — гибкий рукав цементовоза; 2 — цементопровод; 3 — силос; 4 — фильтр; 5 — патрубок; 6 — датчик уровня; 7 — опорная конструкция; 8 — аэрированное днище; 9 — задвижка; 10 — винтовой питатель; 11 — подвод сжатого воздуха



керные отделения, в которых осуществляют разогрев заполнителей. Для хранения химических добавок используют закрытые, герметически защищенные емкости.

Основные требования при приготовлении бетонной смеси

Бетонные смеси и правила их приготовления должны соответствовать требованиям строительных норм и правил (СНиП) и стандартов, а также техническим требованиям заказчика. В этих требованиях заказчик наряду с другими данными указывает вид смеси, необходимые показатели ее свойств и температуру на месте укладки. Состав бетонных смесей, включая химические добавки, подбирает завод-изготовитель и согласует с заказчиком. Состав должен обеспечивать получение заданных заказчиком свойств смеси и затвердевшего бетона. В процессе производства состав бетонной смеси систематически корректируют с учетом изменяющихся показателей влажности и гранулометрического состава заполнителей и активности цемента.

Для получения необходимой температуры бетонной смеси ее составляющие (за исключением цемента и добавок) предварительно разогревают или охлаждают. Охлаждение заполнителей осуществляют, смачивая их водой на складе и обдувая на конвейере специально нагнетаемым потоком воздуха. В некоторых оговоренных случаях для охлаждения смеси применяют лед. Разогрев заполнителей осуществляют обычно в специальных бункерах.

Способ подачи составляющих смеси к смесителю должен исключать распыл цемента, потери, измельчение и отсеивание заполнителей.

Дозирование всех сыпучих исходных материалов, кроме пористых, выполняют по массе, а пористых — по объему с допустимой погрешностью: заполнителей $\pm 2,5\%$, остальных материалов — $\pm 2\%$.

Тяжелую бетонную смесь готовят в бетоносмесителях принудительного действия вне зависимости от ее исходной подвижности, в гравитационных смесителях — при исходной подвижности более 3 см. Приготовление легких бетонных смесей осуществляют в смесителях принудительного действия.

Предельная продолжительность перемешивания бетонных смесей зависит от типа смесителя (гравитацион-

применяя механическую или пневматическую систему подачи цемента.

Для хранения крупных и мелких заполнителей используют отдельные и разнообразные по размерам склады: на стационарных и инвентарных заводах — постоянные, и, как правило, закрытые и обогреваемые; на передвижных заводах — временные открытые. Заполнители доставляют на склады по железной дороге или автотранспортом, в связи с чем они (склады) снабжены специальными приемными сооружениями. Загрузку и разгрузку складов осуществляют с помощью конвейеров, штабелеукладчиков, кранов и других механизмов. Заполнители на складах хранят в штабелях или в бункерах отдельно по фракциям. Склады, функционирующие круглогодично, имеют, как правило, специальные бун-

ный, принудительного действия), вместимости барабана и подвижности бетонной смеси (табл. III.1, III.2). В зимних условиях длительность перемешивания смеси несколько увеличивают.

III.2. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЛЕГКИХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ, с

Объем готового замеса, л	Плотность бетона, кг/м³			
	более 1700	1700...1400	1400...1000	1000 и менее
Менее 500	105	120	150	180
500...1000	120	150	180	210
Более 1000	150	180	210	240

В процессе работы заводская лаборатория осуществляет регулярный контроль показателей качества бетонной смеси и ее исходных материалов.

Бетонную смесь спускают в автотранспортные средства в следующем виде:

готовая (затворенная водой);

частично приготовленная (затворенная частью необходимого количества воды с последующим добавлением в пути или по прибытии на объект оставшейся части воды и дополнительным перемешиванием всей массы смеси);

сухая, содержащая высушенные заполнители (насыпная смесь вяжущего с крупным и мелким заполнителем);

сухая, содержащая влажные заполнители.

Отпускаемую смесь сопровождают выпиской из ее паспорта, в которой указывают показатели наиболее важных свойств.

Особенности приготовления сухой бетонной смеси

Сухая бетонная смесь является полуфабрикатом и представляет собой дозированную порцию смеси заполнителей с цементом, затворяемую водой и дополнительно перемешиваемую на месте потребления. Главной отличительной чертой сухой смеси является отсутствие контакта цемента с водой. В отличие от готовой смеси, быстро меняющей свои свойства и имеющей весьма ограниченный срок транспортирования и укладки, сухую смесь можно применять после продолжительного времени доставки, хранения или складирования. Это позволяет значительно расширить зону, обслуживаемую

бетонным заводом, и дает возможность сократить число перевозок.

Особенностью технологии приготовления «сухих» бетонных смесей является необходимость высушивания заполнителей, которое осуществляют в специальных вращающихся цилиндрических сушильных барабанах. Заполнители высушивают непосредственно перед их дозированием и перемешиванием с цементом. Сухие смеси, как правило, готовят на обычных бетонных заводах, дополнительно оборудованных сушильными барабанами. При этом отдозированные составляющие сухой смеси, минуя заводской бетоносмеситель, загружают в смесительный барабан специального транспортного средства — автобетоносмесителя, в котором происходит их перемешивание и последующее смешивание с водой в процессе или после транспортирования. В ряде случаев сухие бетонные смеси готовят на специальных бетонных установках, отличающихся отсутствием перемешивающего оборудования.

При незначительных расстояниях транспортирования и невысокой исходной влажности заполнителей последние часто не высушивают. Это позволяет не применять сушильных барабанов и упростить технологическую схему бетонных заводов. Сухие смеси иногда расфасовывают на заводе в специальную тару, мешки, бункеры и т. д. и развозят в таком виде по строительным объектам, где их по мере необходимости используют для приготовления готовых смесей в отдельно стоящих объектных бетоносмесителях.

Автоматизация бетонных заводов и установок

Производство бетонных смесей имеет ряд особенностей, при которых автоматизация является особенно эффективной и необходимой. К ним относятся: запыленность и вредность производства; тяжесть и монотонность труда; необходимость точного и быстрого определения состояния исходных материалов, их дозирования и корректировки составов, а также необходимость оперативного управления и диспетчерской связи с потребителями и перевозчиками смеси автомобилями.

Приборы (датчики, реле, компьютеры) выполняют следующие основные операции: автоматическое слежение за объектом и выработку сигналов о его состоянии;

передачу сигналов на расстояние; прием сигналов и выработку компьютером на их основе, а также на основе заранее заданной программы, решения о том или ином действии; подачу компьютером электрического сигнала; прием сигнала исполнительным устройством; исполнение команды.

Основными операциями, подлежащими автоматизации при производстве бетонных смесей, являются: прием исходных материалов на склады, подогрев и регулирование температуры материалов, регулирование уровня наполненности материалами складов, силосов и резервуаров, контроль за влажностью и гранулометрическим составом заполнителей; точность дозирования материалов, контроль продолжительности их перемешивания и своевременности выдачи смеси. Кроме того, автоматизации подлежит подбор и корректировка составов смеси, а также регулирование длительности и последовательности технологических операций.

Автоматизация бетонного завода может быть частичной (отдельные цехи, процессы или участки) или полной (весь процесс производства). В настоящее время проблеме автоматизации уделяют большое внимание, уже созданы и действуют полностью автоматизированные бетонные заводы. Работа такого завода происходит по команде водителя автомобиля, подставленного под загрузку бетонной смесью. Для подачи команды водитель опускает в приемное устройство завода специальный жетон.

ГЛАВА 17. ДОСТАВКА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Технология доставки бетонной смеси

Бетонную смесь отличает неустойчивость свойств и склонность к быстрому ухудшению своего качества, особенно в процессе доставки. Однако, несмотря на это, до недавнего времени для доставки бетонных смесей широко применялись автомобили-самосвалы общего назначения, не приспособленные для этой цели, вследствие чего имели место большие потери смеси, ее перегрев или переохлаждение, быстрое загустевание, а также значительное расслоение.

При расслоении находящиеся в бетонной смеси во взвешенном состоянии частицы щебня или гравия, как

более тяжелые, начинают оседать, а цементное молоко и вода всплывают на поверхность. Осевшая часть смеси представляет собой жесткую, плохо обрабатываемую массу, в которой зерна щебня (гравия) недостаточно перемешаны с цементным раствором, а скопившееся наверху цементное молоко является смесью очень мелких частиц цемента и песка с большим количеством воды, в результате чего изготовленный из нее бетон обладает низкой прочностью.

Переохлаждение смеси приводит к ее потерям, так как она потом не схватывается и не превращается в бетон, а перегрев — к ее быстрому загустеванию и невозможности выгрузки и последующей укладки в конструкцию.

Использование автомобиля-самосвала для перевозки смеси затрудняет организацию его работы в сочетании с внутривозовым бетоноукладочным оборудованием и вызывает большие трудовые затраты на загрузку и очистку кузова. Вместе с тем следует иметь в виду, что автомобиль-самосвал имеет и положительные качества — универсальность, простоту и низкую стоимость.

В настоящее время для доставки бетонных смесей применяют различные по своему назначению специальные автомобили: автобетоносмесители, автобетоновозы, автобадьевозы, перегружатели, а также усовершенствованные автомобили-самосвалы.

Автобетоносмесители (рис. III.9) предназначены для перевозки сухих бетонных смесей и приготовления из них в пути следования готовых смесей с побуждением (дополнительным перемешиванием) их в пути, а также частично приготовленных смесей. В ряде случаев — при транспортировании смеси на значительное расстояние (более 30..45 км), необходимости доставки на объекты высокоподвижных смесей, постепенной выдачи смесей (работа с бетононасосом) — автобетоносмеситель практически незаменим, несмотря на то, что он является машиной более дорогостоящей, чем автобетоновоз и автомобиль-самосвал.

В зависимости от вида смеси, загруженной в барабан автобетоносмесителя, возможна его работа в трех режимах:

при доставке сухой смеси, содержащей высушенные заполнители, — включение барабана и подача в него воды из водяного бака в пути следования или на строи-

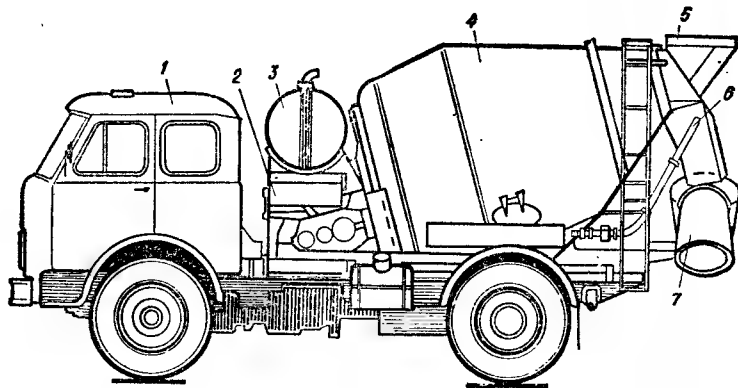


Рис. III.9. Автобетоносмеситель

1 — шасси; 2 — двигатель вращения смесительного барабана; 3 — бак для воды; 4 — смесительный барабан; 5 — загрузочно-разгрузочное устройство; 6 — трубопровод; 7 — оборудование для распределения выгружаемой смеси

тельном объекте за 10...20 мин до разгрузки (режим А);

при доставке сухой смеси, содержащей влажные заполнители, или частично затворенной смеси — включение барабана и подача в него воды непосредственно после его наполнения (режим В);

при доставке готовой смеси — периодическое включение барабана во время транспортирования смеси до объекта или постоянное вращение барабана с минимальной частотой или периодическом увеличении частоты вращения (режим В) (табл. III.3, III.4).

Доставка бетонной смеси автобетоносмесителем при постоянном вращении барабана с частотой выше 2...3,5 мин⁻¹ не рекомендуется.

При эксплуатации автобетоносмесителей в режиме А составляющие смеси должны быть сухими, влажность песка — не более 0,2...0,5 %, иначе в барабане смесителя образуются комья слипшегося заполнителя и цемента, что в дальнейшем значительно ухудшает качество бетона и затрудняет выгрузку смеси из барабана.

Барабаны автобетоносмесителей необходимо промывать водой после каждой перевозки бетонной смеси и после каждой рабочей смены.

Автобетоновозы предназначены для перевозок готовых бетонных смесей без их побуждения в пути (ре-

III. 3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ ДОСТАВКИ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Позвигность бетонной смеси, см	Вид дорожного покрытия	Скорость транспорта, км/ч	Дальность доставки, км, в режиме									
			А	Б	В	автобетоновозом		автомобилем-самосвалом		Г	Д	автобальневозом
						Г	Д	Г	Д			
1...3	Жесткое (асфальтовое, асфальтобетонное и т. п.)	30	Не ограничена	120	100	45	90	30	45	25	35	
4...6				100	80	30	60	20	30	15	25	
7...9				80	60	20	40	15	22	10	20	
10...14				60	45	15	30	—	15	—	—	
1...3	Мягкое (грунтовое, улучшенное)	15	—	—	—	12	20	7	10	5	7	
4...6				—	—	9	15	5	7	3	5	
7...9				—	—	5,5	9	4	5	2	3	
10...14				—	—	4	7	—	—	—	—	

Примечание. Данные приведены для условий: температура воздуха +20...+30 °С; температура бетонной смеси +15...+25 °С.

III. 4. ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ ДОСТАВКИ ЛЕГКИХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Подвижность бетонной смеси, см	Вид дорожного покрытия	Скорость транспортного средства, км/ч	Дальность доставки, км, в режиме									
			А	Б	В	автомобилом-самосвалом		автомобилом-самосвалом		Г	Д	автомобилом-самосвалом
						Г	Д	Г	Д			
1...3	Жесткое (асфальтовое, асфальтобетонное и т. п.)	30	Не ограничена	100	80	30	50	25	40	20		
4...6				80	60	25	40	18	30	13		
7...9				70	50	15	30	10	15	8		
10...14				60	40	10	20	8	10	6		
1...3	Мягкое (грунтовое, улучшенное)	15	—	—	—	10	16	7	—	5		
4...6				—	—	7	12	4	—	3		
7...9				—	—	5	8	3	—	2		
10...14				—	—	3	5	2	—	1,5		

Примечание. Данные приведены для условий: температура воздуха +20...+30 °С; температура бетонной смеси +15...+25 °С.

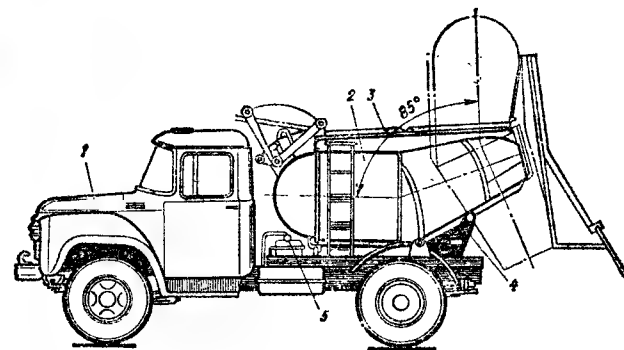


Рис. III.10. Автобетоновоз с термоактивным кузовом
1 — шасси; 2 — кузов; 3 — крышка кузова; 4 — опорное устройство кузова; 5 — устройство для ввода выхлопных газов автомобиля в кузов

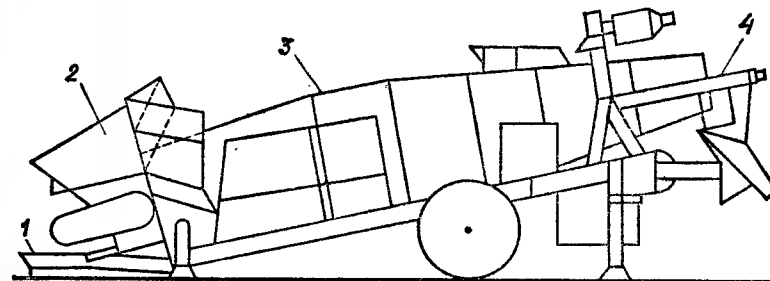


Рис. III.11. Гравитационный бетономеситель-перегрузчик
1 — пандус для подъезда разгружающихся автомобилей; 2 — приемный бункер; 3 — бетономесительный барабан; 4 — устройство для выгрузки смеси

жим Г) на расстояние до 45 км. Автобетоновоз имеет высокий кузов каплевидной формы, расположенный в зоне минимальной вибрации рамы базового автомобиля (зоне комфорта), благодаря чему обеспечивается сохранность перевозимой бетонной смеси от расслоения и разбрызгивания. Для предохранения смеси от воздействия атмосферных осадков и ветра кузов имеет крышку, а от воздействия отрицательных и положительных температур — двойную обшивку с зазором между ее листами (рис. III.10). Автобетоновоз имеет также специальное устройство, дающее возможность увеличивать высоту выгрузки смеси и поворачивать кузов на 90°. В условиях отсутствия спецавтотранспорта временно допустимо применение автомобилей-самосвалов на

коротких расстояниях, но только после осуществления ряда мероприятий: наращивания бортов кузова не менее чем на 400 мм, уплотнения мест примыкания заднего борта к кузову прокладками из листовой резины или конвейерных лент.

В ряде случаев для доставки бетонной смеси используют *автобадьевозы*. Готовую смесь загружают в специальные бункеры (бадьи), которые ставят (и снимают) на раму бадьевоза с помощью подъемного крана и доставляют на строительный объект.

Автобетоновозы, автомобили-самосвалы и бадьевозы могут применять для доставки частично затворенных бетонных смесей (режим Д) с их последующим приготовлением на строительных объектах.

Небольшие порции бетонной смеси (до 0,1... 0,2 м³) доставляют на короткие расстояния различными *автомототележками*, имеющими специальный опрокидной бункер.

Для совмещения функций доставки и укладки бетонных смесей автобетоносмесители снабжают навесными распределительными конвейерами длиной 6, 9 и 12 м, а автобетоновозы — лотками. Некоторые зарубежные автобетоносмесители оборудованы бетононасосами с бетоноподающей стрелой.

Для доставки смеси в условиях низких температур применяют автобетоновозы со специальными термоактивными кузовами (см. рис. III.10), позволяющими осуществлять подогрев смеси без ее перегрева и пригорания к кузову, как это имеет место в обогреваемых выхлопными газами автомобилях-самосвалах. В этих же целях применяют автобетоносмесители с подогреваемым водяным баком.

Для разогрева бетонных смесей, доставлявшихся в неутепленных автомобилях-самосвалах, используют специальные электроустановки, снабженные опускаемыми в кузов автомобиля электродами, а также приемные бункеры со специальными разогревающими устройствами.

В условиях жары смеси перевозят бетоновозами с термоизолированными кузовами и автобетоносмесителями с термоизолированными водяным баком и смесительным барабаном.

В ряде случаев при доставке бетонных смесей используют перегрузочные подъемные бункеры и специ-

альные перегружатели-смесители. Бункеры служат для приема смеси из автомобилей-самосвалов, а также для хранения ее при необходимости создания запаса бетонной смеси; перегружатели-смесители используют для приема смеси из автомобилей-самосвалов и автобетоновозов, восстановления ее однородности и подвижности и постепенной выгрузки в приемные бункеры бетононасосов и другого оборудования.

Перегружатель-смеситель гравитационного действия (рис. III.11) представляет собой вытянутый сигарообразный гравитационный бетоносмесительный барабан со спиралевидными лопастями, жестко прикрепленными к внутренней поверхности барабана. Барабан по краям имеет два отверстия — загрузочное и разгрузочное. Со стороны загрузочного отверстия имеется приемный бункер. Работа перегружателя осуществляется следующим образом. Бетонную смесь выгружают из автомобиля-самосвала или автобетоновоза в барабан перегружателя, перемешивают и выгружают через выгрузочное отверстие.

Выбор средств, способов и режимов доставки бетонной смеси

При выборе транспортных средств для доставки бетонной смеси на объект принимают во внимание дальность транспортирования и соответственно технологически допустимые при этом режимы (см. табл. III.3, III.4).

В процессе транспортирования может быть допущено снижение исходной подвижности смеси не более чем на 30 %, и ее температуры на 3... 5 °С в час. Изменение остальных заданных показателей свойств смесей не допустимо.

Предельно допустимый срок доставки бетонных смесей в зависимости от температуры бетонной смеси составляет: при 20 °С — 45 мин, 10... 19 °С — 60 мин, 5... 9 °С — 90 мин.

Большое влияние на выбор средств доставки оказывают условия строительства. При необходимости постепенной и порционной выгрузки из транспортного средства (использование бетононасосов, рассредоточенное строительство и т. д.) вне зависимости от удаленности строительного объекта от бетонного завода целесообразно применять автобетоносмесители. При отсутствии

автобетоносмесителей, а также при значительной сконцентрированности бетонных работ, рациональным является применение автобетоновозов совместно с перегружателями-смесителями, восстанавливающими однородность и подвижность смеси и позволяющими осуществлять равномерную загрузку бетононасосов и бетоноукладчиков.

При отсутствии на строительстве специального бетоноукладочного оборудования дает эффект применение автобетоносмесителей, оборудованных ленточными конвейерами.

В некоторых случаях целесообразно использовать в совокупности несколько транспортных средств. Так, при доставке смесей в условиях пересеченной местности, при наличии рек и других препятствий в качестве транспортного средства рекомендуется применение бетононасосов. При этом смесь подвозят автобетоносмесителями к месту стоянки бетононасоса, разгружают в его приемный бункер и «перебрасывают» с помощью стрелы насоса через препятствие. За препятствием смесь загружают в смесительный барабан или кузов другого автомобиля и транспортируют к месту укладки.

При массовой доставке бетонных смесей на значительные расстояния и отсутствии возможности высушивания составляющих бетонных смесей рекомендуется использовать технологию покомпонентной доставки и внезаводского приготовления бетонных смесей.

Технология предусматривает следующий порядок работ. Отдозированные на карьерах и цементном заводе (складе) песок, цемент и щебень доставляют порознь самостоятельными грузопотоками на стройку. Там их одновременно, прямо из автомобилей, загружают в приобъектный автобетоносмеситель с конвейером, откуда приготовленная смесь поступает в бетонируемую конструкцию. Автомобили каждого грузопотока подбирают (из условия равенства или кратности грузоподъемности каждого из них) по массе компонента, необходимой для приготовления одной порции бетонной смеси.

В качестве автомобилей, доставляющих песок и щебень, наиболее эффективно применять автобетоносмесители, по возможности оснащенные конвейерами. Цемент рекомендуется доставлять цементовозами, а воду — специальными цистернами.

Контроль качества доставленной бетонной смеси

Для качественной доставки бетонных смесей перед каждым рейсом необходимо проверять чистоту кузовов, отсутствие в них снега и наледи, а также песка и остатков смеси от предыдущего рейса. Кроме этого, необходимо следить за выполнением мероприятий по утеплению, укрытию и обогреву транспортных средств — не менее одного-двух раз в смену.

Качество бетонной смеси устанавливают непосредственно в пункте доставки силами строительной лаборатории заказчика совместно с представителями бетонного завода и транспортной организации. В случае несоответствия смеси техническим требованиям заказчик имеет право на возврат смеси.

Основные показатели свойств доставленной смеси указываются изготовителем в специальном паспорте, а также в выписке из него, сопровождающей каждую партию.

По определенным правилам из доставленной смеси берут четыре пробы. Смесь каждой пробы подвергают лабораторному испытанию, при этом определяют показатели свойств, указанные в паспорте или выписке на смесь.

Прочность изготовленного из смеси бетона определяют на специально отформованных бетонных кубиках с размерами ребра 150 мм; при этом их подвергают давлению на специальных прессах.

ГЛАВА 18. ПОДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Общие правила подачи бетонной смеси

Бетонная смесь, доставленная к месту укладки, должна быть такой же однородной и удобообрабатываемой, какой она была при выгрузке из бетоносмесителя. Поэтому расслоившуюся почему-либо бетонную смесь необходимо перед укладкой хорошо вновь перемешать до полного восстановления однородности. Одновременно следует выяснить причины нарушения однородности бетонной смеси и принять меры к их устранению. Рас-

слайвание особенно свойственно неправильно подобранным смесям с избыточным количеством воды и происходит оно преимущественно от толчков и сотрясений при перевозке, а также при выгрузке с большой высоты.

Для того чтобы бетонная смесь не расслаивалась, необходимо:

при загрузке транспортной тары и при перегрузках обеспечить вертикальное падение смеси центрально к загружаемой таре;

выгружать бетонную смесь в опалубку с небольшой высоты: до 1 м — на перекрытия, до 2 м — в остальные конструкции (в колонны без перекрещивающихся хомутов со сторонами более 400 мм — с высоты этажа);

выполнять подачу бетонной смеси с высоты, превышающей допустимую, при помощи хоботов и вибрехоботов.

Если расслаивание смеси при доставке все же имеет место, следует пересмотреть состав бетона, немного уменьшить содержание воды в смеси, либо изменить соотношение между количеством песка и щебня (в сторону увеличения доли песка). В жаркую погоду и дождь бетонную смесь при перевозке необходимо укрывать.

Подвижность бетонной смеси, доставленной к месту укладки, должна соответствовать заданной и обеспечивать возможность хорошего выполнения работ по укладке смеси в конструкцию и уплотнению ее. Изменение подвижности бетонной смеси в процессе перевозки должно быть учтено лабораторией при подборе состава бетона и соответственно при приготовлении смеси.

Если под транспортированием бетонной смеси обычно понимают перевозку ее от бетонного завода к бетонируемому объекту, то перемещение бетонной смеси в пределах объекта до места укладки называют подачей бетонной смеси. Наиболее целесообразно, чтобы транспортирование и подача бетонной смеси осуществлялись одними и теми же средствами (например, автобетоновозами); однако в ряде случаев для подачи бетонной смеси приходится применять другое оборудование (конвейеры, бетононасосы, бетоноукладочные машины и др.). Необходимо стремиться к тому, чтобы число перегрузок смеси было минимальным.

Подача бетонной смеси в бадьях

Бетонную смесь, доставляемую с бетонного завода в кузове автобетоновозов или автомобилей-самосвалов, выгружают непосредственно у бетонируемого объекта в бадьи.

Бадьи устанавливают в зоне действия крана и пока одну бадью подают краном к месту бетонирования, вторую загружают бетонной смесью. Затем разгруженную бадью опускают и устанавливают под погрузку, а заполненную подвешивают к крюку крана, и цикл повторяют.

Поворотные бадьи-ковши (табл. III.5, рис. III.12) загружают в горизонтальном положении в открытую часть. При подъеме краном бадья принимает вертикальное положение и бетонная смесь заполняет ее нижнюю (закрытую) часть, снабженную затвором.

Поворотные бадьи-ковши наиболее удобно использовать, когда бетонную смесь доставляют на объект автобетоновозами (автобетоносмесителями). В тех случаях, когда смесь доставляют автомобилями-самосвалами, для удобства разгрузки бадью в открытой части заполняют шириной не меньше ширины кузова самосвала. При разгрузке самосвала в бадью малой вместимости, имеющие меньшую ширину, чем ширина кузова самосвала, их устанавливают под загрузку по несколько штук, вплотную друг к другу (см. рис. III.12,б). В этом случае все бадьи можно загружать одновременно.

Наиболее удобно работать с вибрационными бадьями (табл. III.6, рис. III.13). В них интенсивность выдачи бетонной смеси легко регулируется затвором. Включение вибраторов обеспечивает быструю и полную разгрузку ковша.

Для бетонирования массивных бетонных и железобетонных сооружений применяют бадьи вместимостью 0,8...3 м³ со шторно-роликовым и двустворчатым плоским затвором.

Наиболее совершенными являются бадьи со шторно-роликовым затвором (рис. III.14). Бадья вместимостью 1,6 м³ состоит из каркаса, служащего для установки бадьи при транспортировании, корпуса, заполняемого бетонной смесью, снабженного внизу секторным затвором, и траверсы для подвески на крюк крана. Затвор

III. 6. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВОРОТНЫХ БАДЕЙ ДЛЯ ПОДАЧИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Показатель	Вместимость, м³			
	0,36	0,8	1	1,2
Габарит, мм (в положении загрузки)	2200 × 540 × 900	2820 × 1150 × 900	3200 × 1200 × 100	3000 × 1700 × 1060
Масса, кг	166	370	710	700
				1060
				4350 × 2480 × 860

III. 6. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБРАЦИОННЫХ БАДЕЙ ДЛЯ ПОДАЧИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Показатель	Вместимость, м³			
	0,3	0,5	0,75	1
Габарит, мм	900 × 900 × 700	1070 × 910 × 1000	1440 × 1200 × 900	1270 × 1100 × 1200
Масса, кг	125	180	260	275

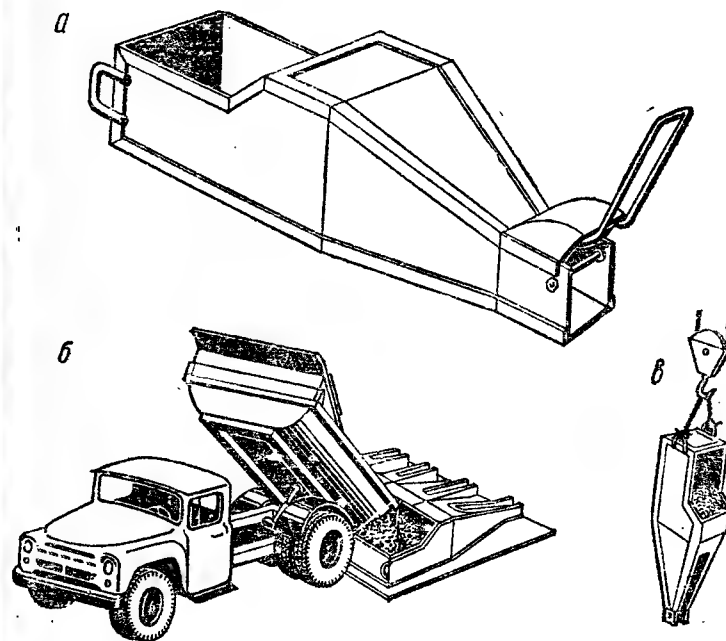


Рис. III.12. Поворотная бадей-ковш для подачи бетонной смеси
а — общий вид поворотной бадей-ковша конструкции Тагилстроя вместимостью 400 л; б — выгрузка бетонной смеси из самосвала; в — бадей в транспортном положении

состоит из двух боковых секторов, связанных по краям поперечными стержнями, а в промежутке между ними — болтами, на которые посажены ролики. На ролики уложен толстый резиновый лист (штора). Для предохранения затвора от самораскрытия у верхнего края бадей на шарнире прикреплена предохранительная защелка, накладываемая на рычаг и откидываемая с него перед открытием. Разгрузка бадей происходит при сбрасывании защелки и опускании открывающегося

III.7. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАДЕЙ СО ШТОРНО-РОЛИКОВЫМ ЗАТВОРОМ

	T-130	T-132
Полезная вместимость, м³	1,4	1,6; 0,8
Наружный диаметр, мм	1400	1400; 1000
Высота с граверсой, м	4,27	3,77; 3,52
Размер выпускного отверстия, м 0,5 × 0,64	0,36 × 0,48;	0,36 × 0,48
Масса груженой бадей, т	4; 6	2,8; 1,8

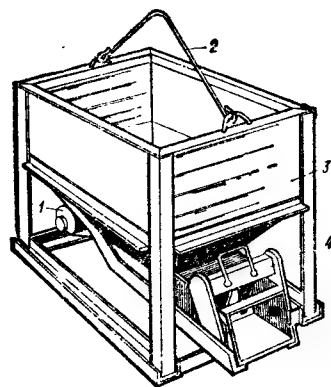


Рис. III.13. Вибробадья для подачи бетонной смеси
1 — вибратор; 2 — подвеска; 3 — корпус; 4 — затвор

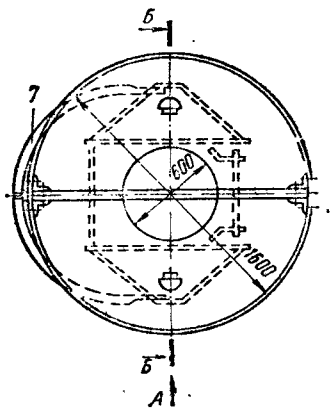
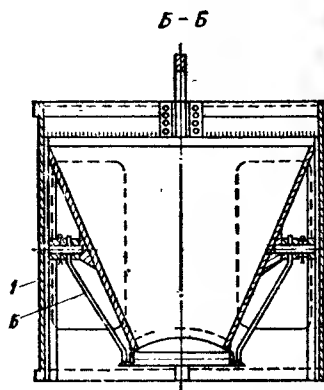
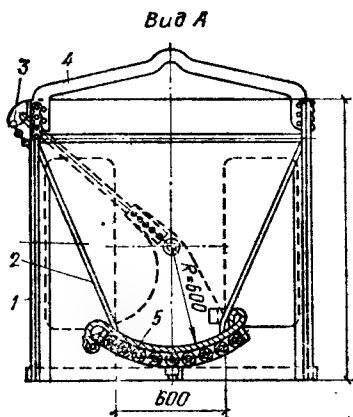


Рис. III.14. Бадья вместимостью 1,6 м³ со шторно-роликовым затвором

1 — каркас; 2 — корпус; 3 — предохранительная защелка; 4 — траверса; 5 — резиновая штора; 6 — щека секторного затвора; 7 — открывающий рычаг

рычага. При этом секторы затвора с роликами сдвигаются с разгрузочного отверстия, а резиновый лист сходит с роликов, открывая его.

Затвор закрывают движением рычага вверх, при этом предохранительная защелка автоматически закрепляется на рычаге.

Подача бетонной смеси ленточными конвейерами

Ленточные конвейеры применяют обычно в летних условиях или в условиях местности с мягким климатом при бетонировании сооружений и конструкций, близко расположенных к бетонным заводам. Конвейеры используют также в сочетании с автобетоновозами, автомобилями-самосвалами, вибропитателями и бетононасосами.

По конвейерам во избежание расслоения перемещают бетонную смесь с осадкой конуса не более 6 см; при этом ее загружают на ленту, возможно более толстым слоем. Наклон конвейера не должен превышать 18° при подъеме смеси с осадкой конуса до 4 см и 15° — с осадкой 4...6 см; при спуске смеси — соответственно 12° и 10° .

Скорость ленты может быть в пределах 1...3 м/с. Существовавшее ранее ограничение скорости ленты до 1 м/с из СНиП исключено, так как практика показала, что при скоростях до 3 м/с бетонная смесь не расслаивается, а повышенная скорость в сухую жаркую погоду даже полезна, так как сокращает время пребывания смеси на ленте и снижает потерю ее подвижности.

Верхняя (рабочая) часть ленты имеет, как правило, лотковое очертание. Применение конвейеров с плоской лентой может быть допущено лишь на распределительных звеньях длиной не более 20 м. Для сохранения лоткообразной формы ленты по всей ее длине и перемещения бетонной смеси без толчков, способствующих расслоению смеси, расстояния между рабочими роликовыми опорами конвейера не должны превышать следующих значений: 1000 мм — при ширине ленты 500 мм и 1100 мм при ширине 600 мм.

Чтобы предохранить бетонную смесь от солнечных лучей, дождя и ветра, целесообразно над магистральными конвейерами устанавливать съемные легкие короба, составленные из отдельных секций. В зимних ус-

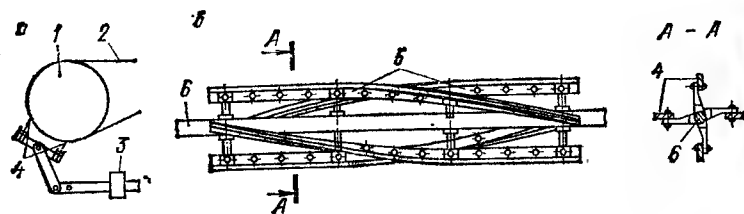


Рис. III.15. Скребки и сбрасыватели бетонной смеси, подаваемой конвейерами
 а — схема двойного скребка с противовесом; б — валик со спиралеобразными скребками; 1 — барабан конвейера; 2 — лента конвейера; 3 — противовес; 4 — резиновый вкладыш; 5 — спиралеобразные скребки; 6 — ось валика

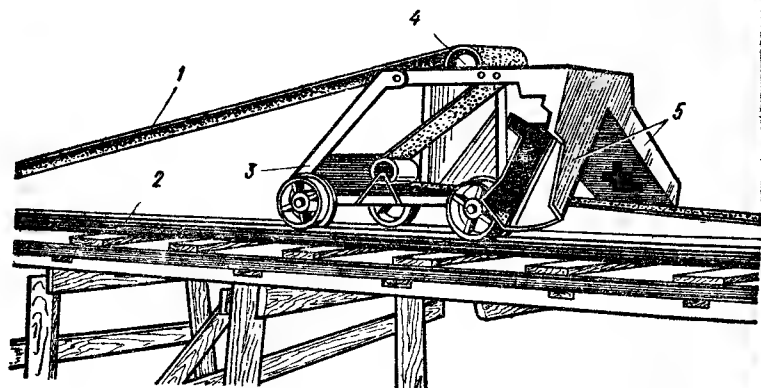


Рис. III.16. Передвижной сбрасыватель барабанного типа
 1 — лента конвейера; 2 — рельсовый путь; 3 — тележка; 4 — барабаны; 5 — бункеры для выдачи бетонной смеси по обе стороны ленты

ловиях магистральные конвейеры утепляют и оборудуют в случае необходимости обогревательными устройствами.

Ведущий барабан конвейера имеет очистные устройства, обеспечивающие полное удаление цементного раствора с ленты. Для очистки применяют двойной скребок с противовесом или вращающийся валик со спиралеобразными скребками (рис. III.15). Вращение скребков осуществляют приводом от ведущего барабана конвейера. Применение одиночных скребков, вращающихся щеток или водяного душа недостаточно эффективно. Рабочую часть очистного устройства, соприкасающуюся с лентой, обычно изготавливают из полосовой плотной резины или из специальной стали (использование для

этой цели конвейерной ленты и других заменителей не рекомендуется).

Стык концов ленты следует вулканизировать с предварительной прошивкой склеенных внахлестку стыкуемых концов. При интенсивности подачи бетонной смеси не более $15 \text{ м}^3/\text{ч}$ допускают загрузку ленты бетонной смесью непосредственно из бункеров через секторный затвор с регулированием вручную ширины открываемой щели. На рабочих роликах загрузочных участков конвейера устанавливают резиновые кольца толщиной $20 \dots 25 \text{ мм}$ для предохранения ленты и оборудования от быстрого износа. При большей интенсивности бетонирования для загрузки ленты применяют специальные питатели.

Разгрузку ленты выполняют обычно в конце конвейера. С промежуточных участков смесь разгружают с помощью передвижных или стационарных сбрасывателей барабанного типа (рис. III.16), оборудованными лотками с углом наклона не менее $50 \dots 55^\circ$. При разгрузке малоподвижных смесей и меньших углах наклона лотков необходимо ставить вибрационные побудители. Если интенсивность работ невелика, бетонную смесь можно сбрасывать с ленты плужками и ножами, рабочие части которых, соприкасающиеся с лентой, изготовляют из полосовой плотной резины. Однако следует учитывать, что плужковые сбрасыватели ускоряют износ ленты.

При передаче бетонной смеси с одной секции конвейера на другую, а также при выгрузке смеси с конвейера необходимо обеспечивать падение бетонной смеси по вертикали. Устройство односторонних направляющих щитков или козырьков в местах перегрузки, а также свободное падение смеси с барабана конвейера не допускается.

Подача бетонной смеси бетононасосами

Применение бетононасосов является одним из прогрессивных методов механизации подачи и распределения бетонной смеси, повышающих качество и эффективность выполнения бетонных работ. Однако необходимо учитывать, что бетононасосы являются сложным дорогостоящим оборудованием, требующим высокой квалификации бетонщиков и механиков, высокой культуры про-

изводства, тщательного выполнения всех технологических требований и применения специально подобранных составов бетона (в зависимости от диаметра бетоноводов, дальности и условий подачи смеси в конструкцию). Целесообразно, в частности, применять бетононасосы при бетонировании сооружений, находящихся в стесненных условиях, а также густоармированных и внутренних конструкций зданий, куда затруднена подача бетонной смеси другими способами.

Основным типом бетононасоса является поршневой с маслогидравлическим (или водогидравлическим) приводом; реже — с механическим. Бетононасосы с механическим приводом, в которых поршень приводится в движение от кривошипно-шатунного механизма, имеют короткий ход поршня (300...400 мм), что создает неравномерный режим подачи, высокие сопротивления перекачивания и ограниченный радиус действия насоса (до 300 м по горизонтали и до 40 м по вертикали). Поэтому в последние годы их, как правило, не применяют. Бетононасосы с гидравлическим приводом имеют значительно больший ход поршня (1500...2500 мм) и высокую равномерность подачи смеси.

Таблица 8. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕТОНОНАСОСОВ С МАСЛОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

	СБ-126	СБ-123	СБ-95А
Подача, м³/ч	15...65	40	25
Дальность подачи, м:			
по горизонтали	400	300	250
по вертикали	80	50	50
Диаметр бетоновода, мм	125	125	150
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40	40	40
Осадка конуса, см	4...14	4...14	4...12
Масса, т	16	4,6	4,5
Мощность двигателей, кВт	210	71	57

Принцип работы бетононасоса с маслогидравлическим приводом заключается в следующем (рис. III.17). Бетононная смесь из приемного бункера засасывается в один из транспортных цилиндров бетононасоса (всего их два) и рабочим ходом другого цилиндра подается в бетоновод. Поршни транспортных цилиндров жестко соединены со штоками гидроцилиндров, совершающих возвратно-поступательное движение при подаче в них масла. Изменение направления потока бетонной смеси

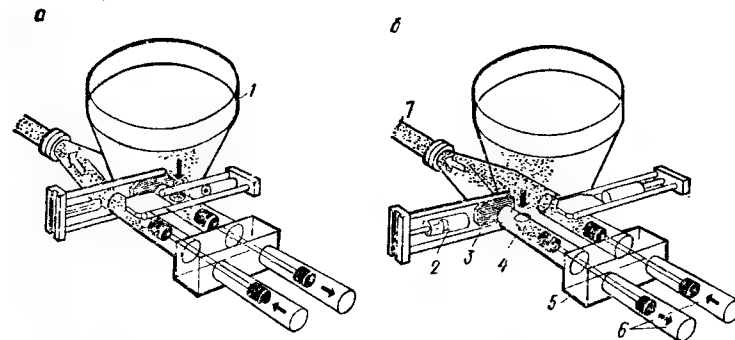


Рис. III.17. Принципиальная схема работы бетононасоса с маслогидравлическим приводом

а — такт всасывания бетонной смеси в правый цилиндр нагнетания из левого; б — такт всасывания бетонной смеси в левый цилиндр и нагнетания из правого; 1 — приемный бункер; 2 — приводные гидроцилиндры; 3 — камера с промывочной водой; 4 — транспортный цилиндр; 5 — шиберная пластина; 6 — гидроцилиндр шиберной пластины; 7 — бетоновод

при тактах всасывания и нагнетания достигают применением двух шиберных пластин (горизонтальная пластина перекрывает разгрузочное отверстие бункера, вертикальная — выходное отверстие транспортных цилиндров).

Плавное регулируя количество масла, подаваемого в гидроцилиндры, можно изменять подачу бетононасоса от минимальной до максимальной. В качестве распределительных устройств, изменяющих направление потока бетонной смеси, применяют поворотные трубы, патрубки и пластины специальной конструкции в зависимости от типа бетононасоса.

В ряде случаев могут быть применены и бетоноводы меньших диаметров, чем указано в паспортных характеристиках машин. Для бесперебойного прокачивания смеси диаметр бетоновода должен не менее чем в три раза превосходить крупность заполнителя.

В промышленном и гражданском строительстве для бетонирования каркасных и густоармированных конструкций обычно применяют бетонные смеси с крупностью заполнителя 40 и 20 мм, для которых пригодны бетоноводы диаметрами соответственно 125...150 и 80...100 мм. Бетоноводы малых диаметров (80...100 мм) в целях снижения износа труб рекомендуется применять в сочетании с бетононасосами, которые имеют невысо-

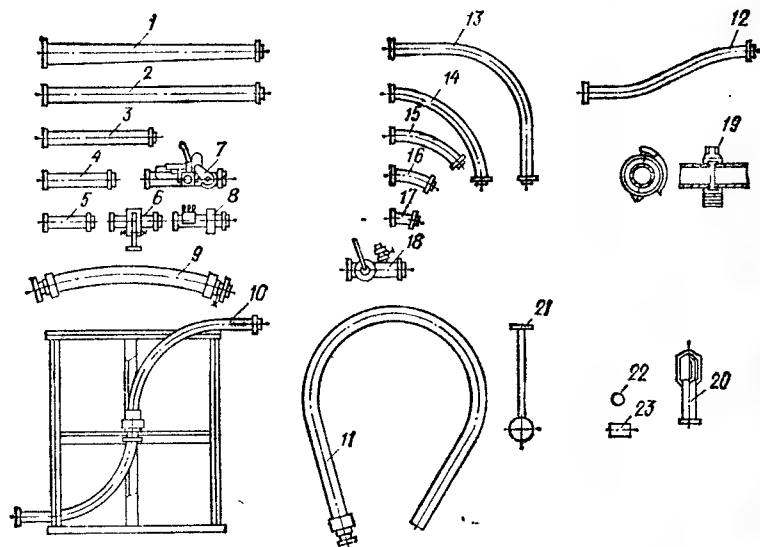


Рис. III.18. Комплект оборудования звеньев бетоновода

1 — конусный переход; 2, 3, 4 — прямые звенья длиной 3 м; 1,5 м; 1 м; 5 — вставка длиной 0,5...0,6 м; 6 — задвижка плоская; 7 — задвижка с ручным гидопроводом; 8 — игольчатый клапан; 9 — промывочное звено со сливным краном; 10 — круговой распределитель; 11 — гибкий распределительный рукав; 12 — двухколенное звено; 13, 14, 15, 16, 17 — колена под углом 90, 45, 30, 22,5, 15°; 18 — вставка с задвижкой и вентилем (для промывки бетоновода или продувки его сжатым воздухом); 19 — замок; 20 — звено для улавливания пыжей; 21 — приспособление для перемещения гибкого рукава; 22 и 23 — шаровой и цилиндрический пыжи

кую подачу (до 40 м³/ч) и развивают давление не выше 2,5 МПа.

Состав бетонной смеси, предназначенной к подаче бетононасосами, подбирает лаборатория таким образом, чтобы он удовлетворял общим требованиям и требованиям удобоперекачиваемости. Рекомендуется использовать пластифицированные цементы или цементы с пластифицирующими добавками. Наилучшее соотношение песка и крупного заполнителя (предпочтительно гравия) — 36...45 %, водоцементное отношение — 0,5...0,65. Для перекачивания применяют бетонные смеси с осадкой конуса 6...8 см. Смеси с осадкой конуса менее 4 см для этого метода подачи непригодны.

Комплексная установка для подачи бетонной смеси состоит из следующих элементов (рис. III.18): бетононасоса, приемного бункера с виброрешеткой, прямых звеньев длиной 3 м (табл. III.9), вставных звеньев

III. 9. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗВЕНА БЕТОНОВОДА

Внутренний диаметр, мм	Объем бетонной смеси на 1 м длины звена, л	Масса, кг		
		бетонной смеси в звене длиной 3 м	звена длиной 3 м	звена длиной 3 м с бетонной смесью
80	5	36	24	60
100	8	56	34	90
125	12	88	40	128
150	18	125	65	190
180	25,5	183	135	318

длиной 2 и 1 м и быстроразъемных соединений длиной 500...700 мм, колен бетоновода с углами 90, 45, 30, 22,5 и 15°, водяного нагнетательного клапана, патрубков с игольчатым клапаном, банников, пыжей, люков для створа воды, водяного насоса высокого давления, опорных стоек и козырька отражателя (устанавливаемого у выходного отверстия бетоновода). Водяной насос служит для промывки бетоновода и обеспечивает давление в 3...3,5 МПа. Бункеры над бетононасосом снабжают специальными решетками для предотвращения попадания в бетононасос и бетоновод частиц заполнителя с размерами больше допустимых.

Перед началом работы бетононасос и весь комплект бетоновода должны быть опробованы испытательным гидравлическим давлением, которое указывают в паспорте установки. Подобранный состав и подвижность бетонной смеси проверяют и уточняют на основании пробных перекачек смеси.

Питание насоса бетонной смесью осуществляют непрерывно за счет резервного бункера вместимостью 1,5...3 м³, расположенного над приемным бункером бетононасоса.

Для откачки воды, поступающей из промывной системы поршня и цилиндра бетононасоса, а также бетоновода по окончании его промывки, у бетононасоса устанавливают центробежный водяной насос. Если бетоновод расположен ниже бетононасоса и вода из него не может поступать самотеком к бетононасосу, необходимо установить второй центробежный насос вблизи бетонированной конструкции.

Направление трассы бетоновода выбирают по кратчайшему расстоянию и с наименьшим числом изгибов. Горизонтальные участки бетоновода укладывают на опорах или подкладках, вертикальные и наклонные — крепят к мачтам, фермам, лесам опалубки или к ранее забетонированным конструкциям. Рекомендуется избегать крутых (90°) поворотов и изгибов и заменять вертикальные участки наклонными. Вертикальный участок бетоновода располагают не ближе 8...9 м от бетононасоса и устанавливают перед ним игольчатый клапан, предотвращающий обратный поток бетонной смеси при остановке насоса, смене или очистке бетоновода.

Для продвижения бетонной смеси по горизонтальным и вертикальным прямым участкам и на поворотах труб бетоновода затрачивают различную мощность. Поэтому для расчета транспорта бетонной смеси по сложной трассе используют «приведенные длины», принимая следующее: 1 м длины вертикального бетоновода соответствует 8 м горизонтального, а приведенная длина наклонного участка с углом наклона 90° , 45° , 30° , $22,5^\circ$ и 15° — горизонтальным участкам длиной соответственно 12, 7, 5, 4, 3 м.

Перед подачей бетонной смеси через бетоновод пропускают разжиженное известковое тесто или цементно-песчаный раствор пластичной консистенции состава 1:2 для смачивания внутренней поверхности бетоновода и образования на ней смазки (рис. III.19).

Бетонную смесь, подаваемую бетононасосами в конструкции и части сооружений, распределяют, используя поворотные лотки длиной до 3 м, если смесь поступает через приемный бункер; виброжелоб — если смесь поступает непосредственно из бетоновода, смонтированного на высоте 6...7 м над блоком; хоботы (рис. III.20).

Целесообразно распределять бетонную смесь с заполнителем небольшой крупности с помощью специальных распределительных стрел, устанавливаемых в зоне бетонирования (рис. III.21). В этом случае перекладка линий бетоноводов и изменение их трассы сводится к минимуму. Резинотканевые рукава, используемые для распределения бетонной смеси, должны иметь диаметр не более 125 мм.

Следует избегать перерывов в подаче бетонной смеси бетононасосом более 15...20 мин. При перерывах 60 мин необходимо через каждые 10 мин прокачивать

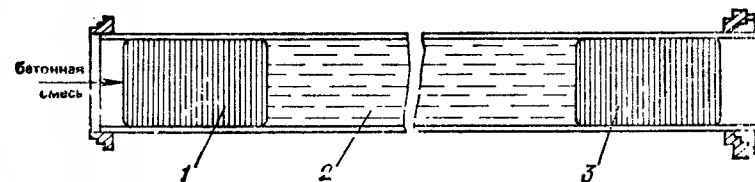


Рис. III.19. Смазка стенок бетоновода разжиженным известковым тестом перед бетонированием
1, 3 — пыжи из мешковины; 2 — известковое тесто

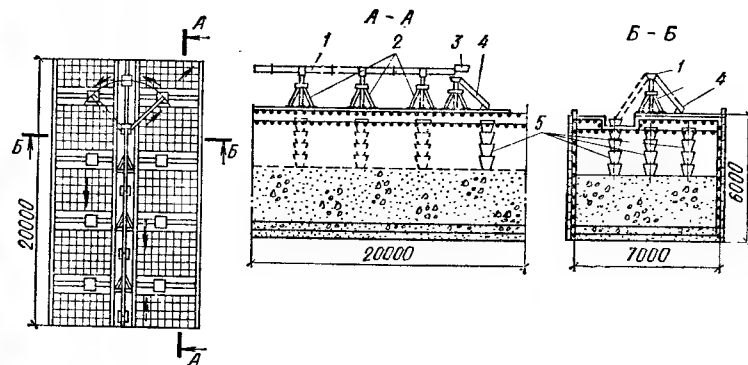


Рис. III.20. Схема бетонирования массивного фундамента с применением бетононасоса и звеньевых хоботов

1 — бетоновод; 2 — выдвижные стойки; 3 — козырек-отражатель для направления потока бетонной смеси; 4 — поворотный лоток; 5 — звеньевой хобот

бетонную смесь по системе в течение 10...15 с на малых режимах работы бетононасоса. При больших перерывах, а также по окончании бетонирования бетоновод опорожняют и промывают.

При бетонировании конструкций, расположенных выше отметки бетононасоса, клапан для спуска воды устанавливают в бетоновode вблизи бетононасоса; при подаче смеси в конструкции, расположенные ниже уровня земли, — вблизи выходного отверстия бетоновода у бетонруемой конструкции.

Одной из главных причин, нарушающих нормальную эксплуатацию бетононасосной установки, является закупорка бетоновода. Образование пробок в бетоновode и бетононасосе предотвращают устранением причин их появления. Причинами могут быть: длительная задержка смеси в бетоновode в неподвижном состоянии; рас-

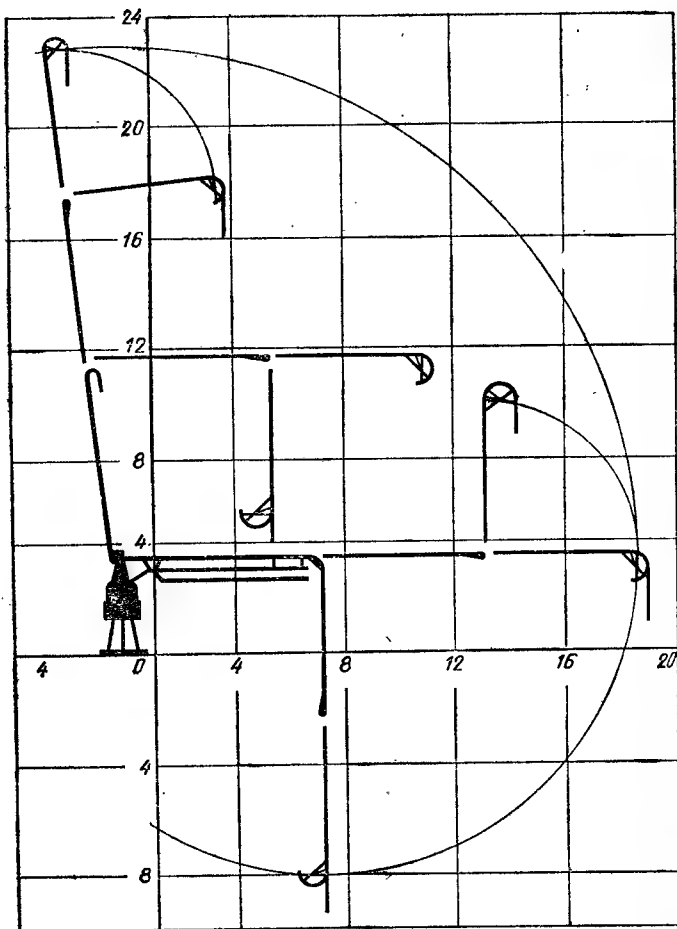


Рис. III.21. Рабочие зоны распределительной трехсекционной стрелы, складывающейся в вертикальной плоскости

Цифровая сетка характеризует радиус действия стрелы (в м)

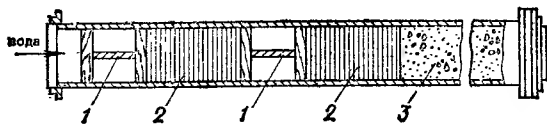


Рис. III.22. Промывка бетоновода с применением двух банников и двух пыжей
1 — банник; 2 — пыж; 3 — бетонная смесь

сливание или частичное схватывание смеси; уплотнение смеси из-за длительной вибрации на контрольной решетке (более 1...3 мин); расслаивание смеси на крутых поворотах бетоновода; ослабление стыков замковых соединений бетоновода и утечка цементного молока; неправильная и тугая забивка банников и пыжей; попадание цементного молока в рабочий цилиндр или воды из рабочего цилиндра в клапаниую коробку из-за неудовлетворительного состояния манжет поршня; наличие наплывов схватившегося бетона на стенках труб бетоновода из-за неудовлетворительной очистки и промывки бетоновода; сильный нагрев стенок бетоновода в очень жаркую погоду (при неизолированной или не окрашенной в белый цвет наружной поверхности бетоновода).

Если пробка все же возникла, ее необходимо немедленно ликвидировать. Использовать рабочий режим бетононасоса не следует, так как это ведет к уплотнению бетонной смеси и затрудняет удаление пробки. Прежде всего ищут место, где образовалась пробка. Если она находится под всасывающим клапаном, его нельзя повернуть. Если установлено, что пробка находится в бетоновводе, запускают бетононасос на несколько оборотов и тщательно наблюдают за бетоноводом, который начинает слегка вздрагивать. Такое вздрагивание происходит до места нахождения пробки; за ней этого явления не наблюдается. При просачивании цементного молока через стыки труб пробку следует искать за местом просачивания. Иногда пробку удается обнаружить по звуку при простукивании бетоновода легким металлическим молотком.

Очистку и промывку бетоновода выполняют двумя банниками и двумя пыжами (рис. III.22) или комбинированными банниками-пыжами, установленными в трубе бетоновода.

При бетонировании конструкций в зависимости от назначения и условий работы применяют стационарные, прицепные и передвижные бетононасосные установки. Наиболее распространены передвижные установки на автоходу, оснащенные распределительными стрелами из трех-четырех звеньев, складывающихся в вертикальной или горизонтальной плоскости. Иногда распределительные стрелы монтируют самостоятельно на базе крана.

При производстве бетонных работ в скользящей

опалубке вертикальный участок бетоновода целесообразно выполнять с компенсационным устройством в целях плавного изменения длины трубопровода в процессе подъема опалубки. Компенсационное устройство представляет собой сочетание нескольких колен и прямых вставок, объединенных шарнирными замковыми соединениями.

В зимних условиях применяют подогретую бетонную смесь с температурой не выше $25...30^{\circ}\text{C}$ (во избежание ее загустения, потери подвижности и свойства удобоперекачиваемости). Перед началом работ предварительно утепленный бетоновод прогревают паром с обязательным отводом конденсата наружу.

Подача бетонной смеси пневмонагнетателями

Пневмонагнетатель представляет собой стальной сосуд, оснащенный системой подачи сжатого воздуха. Он имеет загрузочное отверстие, герметически закрываемое затвором, и разгрузочное отверстие, соединяемое с бетоноводом. Сжатый воздух подают от компрессора через ресивер (воздухосборник, содержащий запас сжатого воздуха требуемого давления) по воздухопроводу. В систему пневмонагнетательной установки входят также бетоносмеситель, бетоновод и гаситель (рис. III.23).

Пневмонагнетатель работает в циклическом режиме: после загрузки в него из бункера порции бетонной смеси закрывают затвор и подают сжатый воздух, вытесняющий бетонную смесь в бетоновод; смесь в корпусе нагнетателя остается неподвижной до тех пор, пока давление воздуха не превысит предельного напряжения сдвига. В этот момент смесь начинает интенсивно перемещаться в головной участок бетоновода, а продолжающий поступать в систему сжатый воздух обеспечивает движение «пробки» до разгрузочного отверстия. Разгрузка бетонной смеси из бетоновода происходит при высокой скорости ее движения. Удар выходящей из трубопровода смеси способен деформировать и сместить арматуру и даже опалубку. Чтобы этого не было, на конце бетоновода устанавливают и надежно закрепляют гаситель скорости, воспринимающий динамический удар смеси. В момент разгрузки смеси наблюдается характерный хлопок вышедшего из трубы сжатого воздуха, создающего ударное воздействие на бетоновод и гаси-

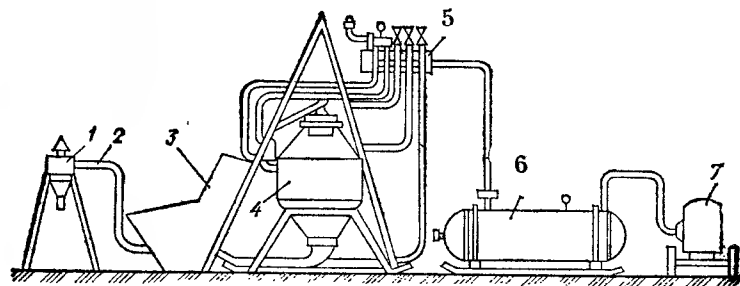


Рис. III.23. Пневмонагнетательная установка
1 — гаситель; 2 — бетоновод; 3 — приемный бункер; 4 — пневмонагнетатель; 5 — пульт управления; 6 — воздухосборник (ресивер); 7 — компрессор

тель. Иногда для снижения ударов при разгрузке создают движение по трубопроводу не одной порции, а «цепочки» из нескольких порций, что достигается регулированием давления подаваемого сжатого воздуха. Способ этот эффективен, но требует высокого искусства оператора, обслуживающего пневмонагнетатель.

К перекачиваемой бетонной смеси предъявляют такие же требования по составу подвижности, как и при работе с бетононасосами. Дальность транспортирования не превышает $150...200$ м. При дополнительной ежекции сжатого воздуха по длине бетоновода дальность подачи может быть увеличена.

Несмотря на простоту и невысокую стоимость пневмонагнетатели не получили широкого распространения на стройках из-за цикличности работы, необходимости наличия компрессора и мощного ресивера, а также из-за того, что пневмонагнетатели относят к опасным в эксплуатации устройствам, обязательно проходящим проверку органами Госгортехнадзора. Поэтому при необходимости применять трубопроводный транспорт бетонной смеси строители более охотно используют бетононасосы.

Подача и распределение бетонной смеси бетоноукладчиками

До недавнего времени на бетонных работах применяли преимущественно самоходные бетоноукладочные машины специального назначения (на строительстве цементобетонных дорог, бетонных каналов и др.). В настоящее время в промышленном строительстве начина-

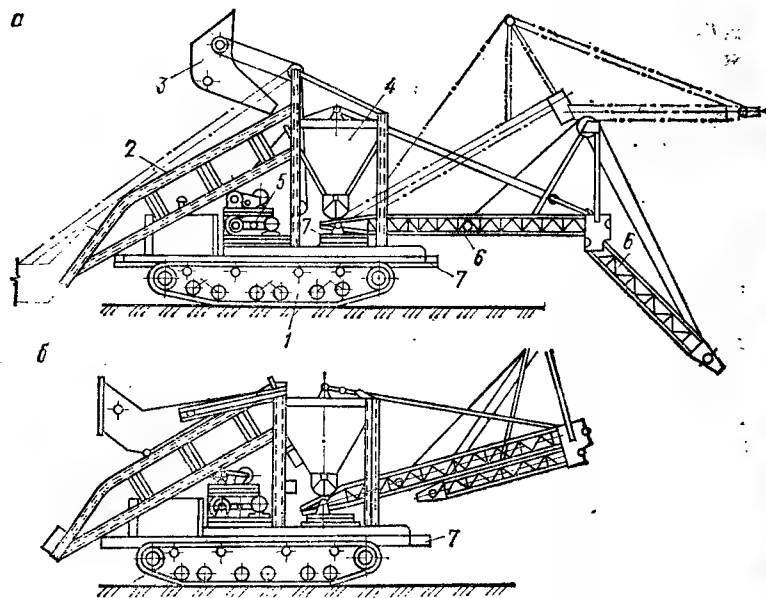


Рис. III.24. Бетоноукладчик УБК-132

а — бетоноукладчик в рабочем положении; б — бетоноукладчик в транспортном положении; 1 — гусеничный ход; 2 — направляющие; 3 — подъемный ковш; 4 — промежуточный вибробункер; 5 — привод; 6 — конвейер; 7 — поворотная платформа (выносные опоры не показаны)

ют все шире использовать самоходные бетоноукладчики универсального назначения, пригодные для бетонирования разнообразных конструкций подземной части зданий. Бетоноукладчики имеют, как правило, гусеничный ход, позволяющий им без труда перемещаться в котлованах или вдоль их бровки при отсутствии дорог. Рабочим органом бетоноукладчика обычно служит смонтированная на подъемно-поворотной стреле лента конвейера. Это позволяет подавать бетонную смесь равномерно в конструкции различного объема и очертания и свести до минимума дополнительные ручные операции при укладке смеси.

Эффективными машинами являются бетоноукладчики ЛБУ-20 конструкции ЦНИИОМТП и УБК-132 конструкции треста Харьковстроймеханизация (рис. III.24).

Бетоноукладчик ЛБУ-20 на гусеничном ходу имеет полноповоротную платформу, на которой расположены привод, кабина машиниста и вибративный бункер для приема бетонной смеси из автомобилей-самосвалов и ав-

тобетоновозов и подачи ее на ленту конвейера, а также на телескопическую конвейерную стрелу. Для подъема бункера из положения загрузки в положение выгрузки служат гидроцилиндры. Наличие телескопической конвейерной стрелы является отличительным достоинством машины, позволяющим с одной ее установки подать бетонную смесь в конструкции на площади до 1500 м².

Бетоноукладчик УБК-132 смонтирован на базе гусеничного трактора ДТ-75 и снабжен удлиненной рамой и двумя дополнительными балансирными тележками. Выгруженную из автомобиля-самосвала бетонную смесь скиповым подъемником перегружают в промежуточный вибративный бункер, а из него — на ленту подающего конвейера. В транспортном положении конвейер складывают. Машина снабжена выносными опорами, обеспечивающими ее устойчивость во время работы.

III.10. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕТОНОУКЛАДЧИКОВ

	ЛБУ-20	УБК-132
Вылет конвейерной стрелы, м . .	3...20	11
Ширина ленты конвейера, мм . .	500	500
Угол поворота стрелы в плане, град	360	100
Угол подъема стрелы, град . .	до 60	до 60
Предельная высота подачи смеси, м	до 8	до 5,5
Вместимость приемного бункера, м ³	3,2	1,6
Производительность, м ³ /ч	20	11
Габарит, мм	25 100×2900×3950	18 900×2400×4700
Масса машины, т	14	13
Число обслуживающих рабочих, чел.	2	2

Подача бетонной смеси вибротранспортными устройствами

Для подачи и распределения бетонной смеси часто бывает целесообразным применение вибротранспортных устройств — виброжелобов и вибропитателей.

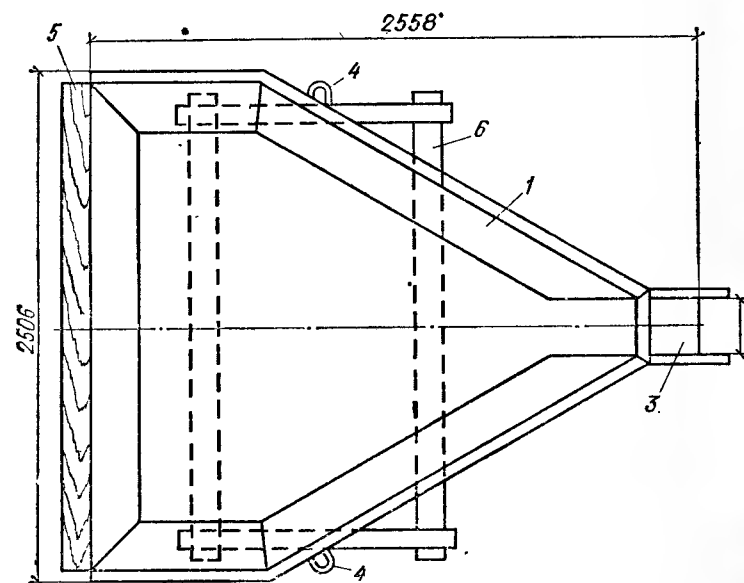
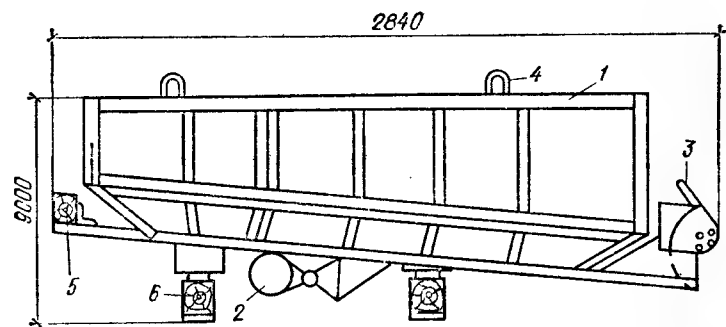


Рис. III.25. Вибропитатель

1 — корпус; 2 — маятниковый вибратор; 3 — секторный затвор; 4 — петля (для подвески на кране); 5 — отбойный брус; 6 — опорная рамка

Вибропитатель (рис. III.25) имеет широкую часть для приема бетонной смеси, подвозимой автомобилями-самосвалами, и узкую, разгрузочную часть, через которую смесь поступает в виброжелоб, хобот или непосредственно в конструкцию. В комплекте оборудования ЦНИИОМТП вибропитатель вместимостью 2,4 м³ приводится в действие маятниковым вибратором мощностью

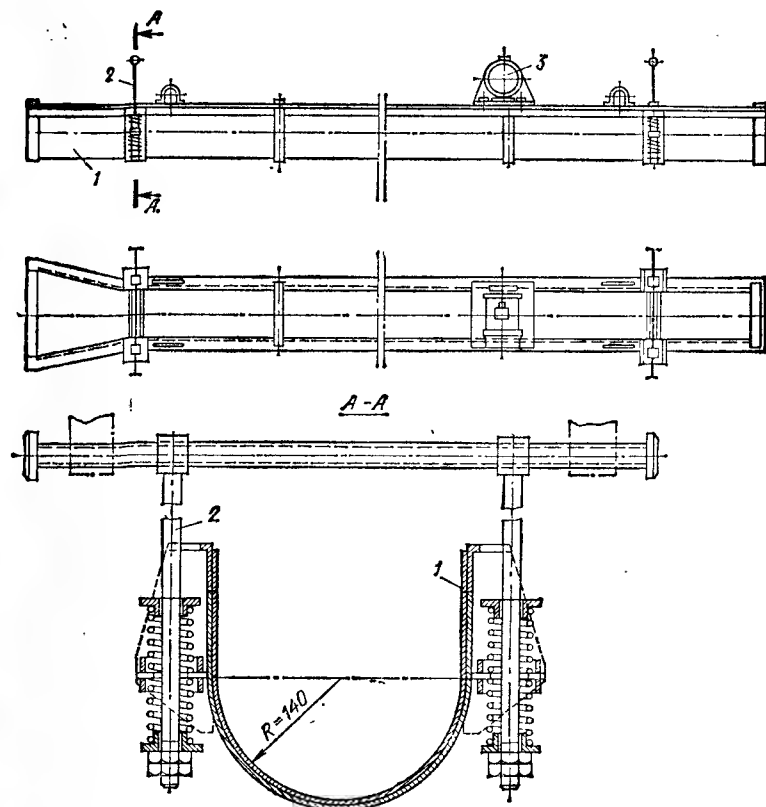


Рис. III.26. Виброжелоб длиной 6 м

1 — корпус желоба; 2 — опорная подвеска; 3 — вибратор

0,9 кВт, установленным параллельно днищу. Масса вибропитателя 750 кг.

Виброжелоб (рис. III.26) имеет ширину 280 мм, глубину 290 мм. Длина одной секции желоба 4 или 6 м, масса соответственно 180 и 235 кг. Виброжелоб приводится в действие вибраторами круговых колебаний.

Виброжелоб свободно навешивают на инвентарные стойки с помощью упругих подвесок, составляющих одно целое с самим желобом. При установке нескольких виброжелобов друг за другом каждый из них опирают на две стойки, не касаясь соседних желобов, и тем са-

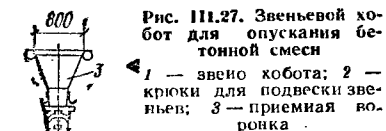


Рис. III.27. Звеньевой хобот для опускания бетонной смеси

1 — звено хобота; 2 — крюки для подвески звеньев; 3 — приемная воронка

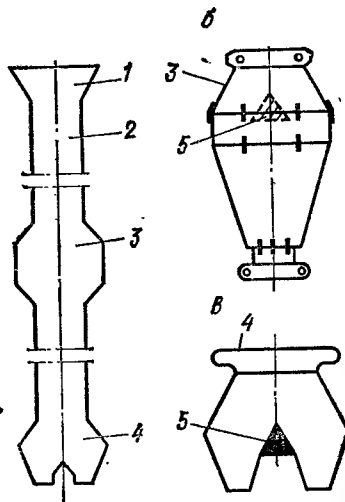


Рис. III.28. Виброхобот

а — схема виброхобота; б — промежуточный гаситель скорости бетонной смеси, в — конечный гаситель скорости; 1 — приемная воронка; 2 — звено виброхобота; 3 — промежуточный гаситель скорости; 4 — конечный гаситель скорости; 5 — рассекаль потока бетонной смеси

мым обеспечивают самостоятельные колебания. Стыки виброжелобов устраивают гибкими (обычно из листовой резины). Наибольшая длина подачи бетонной смеси виброжелобами 25...30 м, угол наклона желобов 5...20°. Производительность при подаче бетонных смесей с осадкой конуса 4...10 см составляет: при угле наклона желоба 5°—10...25 м³/ч; 10°—15...35 м³/ч; 15°—20...45 м³/ч.

Укладка бетонной смеси в конструкцию

Бетонную смесь в конструкции укладывают с высоты 2...10 м с применением инвентарных металлических круглых хоботов, по которым бетонная смесь падает вертикально, заполняя сечение трубы. Металлические хоботы собирают из конусных звеньев длиной 600...1000 мм со стенками из листовой стали толщиной 1...1,5 мм (рис. III.27). Внутренний диаметр хобота должен превышать в 3...4 раза наибольшую крупность щебня (гравия). Для опускания бетонной смеси на большую глубину (до 40 м) используют виброхоботы, состоящие из цилиндрических секций длиной 1000...1500 мм с раструбным соединением (рис. III.28). Хоботы имеют вибраторы-побудители через 2...4 секции.

Применяя хоботы, необходимо соблюдать следующие правила:

верхнее звено хобота следует устраивать в виде воронки, верхний диаметр которой в 1,5 раза больше нижнего, соответствующего диаметру хобота;

хоботы, как правило, устанавливают вертикально: до скают оттягивание хобота в сторону на 0,25 м на каждый метр высоты с оставлением при этом двух нижних звеньев хобота вертикальными или с установкой на него звена, снабженного затвором;

хоботы размещают так, чтобы расстояние между их устьями было не более 2 м (в крайнем случае 3 м);

в виброхоботах устанавливают промежуточные и конечные гасители скорости движения бетонной смеси.

ГЛАВА IV. УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Подготовка к бетонированию

Прежде чем приступить к бетонированию, необходимо тщательно осмотреть опалубку и поддерживающие ее леса, проверить надежность установки стоек лесов и клиньев под ними, креплений опалубки, отсутствие щелей.

Деревянную опалубку надо тщательно очистить от щепы и мусора и обильно полить водой. При этом все мелкие щели в опалубке забухают, а дерево впитывает воду и в дальнейшем не отсасывает влаги из уложенной в опалубку бетонной смеси. При больших объемах работ очистку опалубки выполняют сжатым воздухом, подаваемым по рукаву от компрессора. Металлическая опалубка должна быть покрыта смазкой. Наблюдение за состоянием опалубки и лесов следует вести также во время бетонирования и все возникающие неисправности немедленно устранять. Эту работу выполняют либо дежурные плотники-опалубщики, либо бетонщики, совмещающие со своей профессией профессию опалубщиков.

Приступать к бетонированию разрешено лишь после того, как мастер или производитель работ проверит уложенную арматуру. Бетонщику необходимо проверить, можно ли при уложенной арматуре получить защитный слой бетона требуемой толщины. Там, где арматура лежит непосредственно на опалубке (например, сетки в плитах), надо уложить подкладки для образования защитного слоя.

Большинство железобетонных сооружений имеют такой объем, что забетонировать их в один прием — без перерыва — не удастся, поэтому бетонирование ведут отдельными участками. В местах перерывов бетонирования образуются рабочие швы. Сооружения, где требуется особо высокая плотность или водонепроницаемость бетона (например, резервуары, а также фундаменты под оборудование, работающие со значительными сотрясениями), бетонируют без перерыва; при этом работу ведут круглые сутки. Железобетонное сооружение будет монолитным, т. е. цельным и прочным, лишь при хорошем сцеплении свежего бетона со старым. Это можно достичь, если перед бетонированием обработать рабочий шов, очистив от цементной пленки его поверхность. Очистка от цементной пленки горизонтальных и наклонных швов обязательна; вертикальные швы очищают от струй воды под напором или металлическими щетками, пока цементная пленка подсохла, но еще не затвердела (в жаркую погоду — через 6...8 ч после бетонирования предыдущего участка, в прохладную — через 12...24 ч).

При обработке водой поверхностей бетона в раннем возрасте струя воды из рукава с металлическим наконечником под давлением 0,3...0,5 МПа снимает тонкий слой бетона и обнажает отдельные зерна крупного заполнителя. Воду направляют на бетон под углом 40...50°, при этом наконечник шланга должен отстоять от поверхности бетона на 400...600 мм.

Слой снимаемого бетона не должен превышать 10 мм. Для равномерности обработки струю воды слегка распыляют, надевая на отверстие специальный наконечник.

Если под действием струи воды в бетоне получают значительные выбоины (более 20 мм) и отскакивают крупные частицы гравия и щебня, то обработку следует приостановить на несколько часов. Если же остаются участки, покрытые цементной коркой и не поддающиеся размытию даже при увеличении давления струи, то обработку водой следует прекратить и выполнить насечки на этих поверхностях либо их зачистку механическими щетками или пескоструйными аппаратами (с последующей продувкой сжатым воздухом).

Непосредственно перед бетонированием на поверхность рабочего шва укладывают тонкий слой цемент-

но раствора (того же состава, что и в бетоне). Категорически запрещена «проливка» поверхностей рабочих швов цементным молоком, нарушающая однородность монолитности конструкции и резко ослабляющая сцепление свежего бетона со старым. Бетонирование конструкций необходимо сопровождать записями в журнале бетонных работ (прил. I).

При укладке бетонной смеси на грунт основание специально подготавливают. Поверхность скального основания должна состоять из здоровой невыветрившейся породы. Трещины небольшого размера до укладки бетонной смеси заделывают цементным раствором, трещины значительного размера — бетонной смесью; выемки, от перебора породы в скальных основаниях следует заполнять смесью, соответствующей бетону низших по прочности классов.

При подготовке грунтового основания с него удаляют все илистые, растительные, торфянистые и прочие грунты органического происхождения; сухой несвязный грунт основания перед укладкой бетонной смеси слегка увлажняют поливкой; выемки от перебора грунта ниже проектной отметки заполняют песком с тщательным уплотнением. О готовности основания под укладку смеси составляют акт. Актом должна быть подтверждена также правильность установки опалубки, одерживающих лесов, арматуры и закладных частей (пробок, анкерных болтов и др.), для всех конструкций пролетом более 8 м и для предварительно напряженных конструкций.

Вибрационное уплотнение бетонной смеси

Уплотнение бетонной смеси является самой важной операцией при бетонировании: от качества его выполнения зависит плотность бетона, а следовательно, его прочность и долговечность.

Для уплотнения бетонной смеси применяют вибраторы, передающие частицам бетонной смеси очень частые сотрясения (колебания) — 2800...20 000 колебаний в 1 мин; такие колебания в технике называют вибрацией, а передачу этих колебаний бетонной смеси — вибрированием смеси.

При вибрировании бетонная смесь становится текучей и подобно жидкости растекается под действием своего веса, хорошо при этом заполняя все промежутки

между стержнями арматуры, а также между арматурой и опалубкой. При вибрировании бетонная смесь уплотняется гораздо лучше, чем при ручном уплотнении штыкованием или трамбованием.

Наиболее удобным для работы при бетонировании монолитных конструкций являются электромеханические вибраторы (рис. III.29).

Основную часть электромеханического вибратора составляет электродвигатель, на валу которого внецентренно насажены грузы, называемые эксцентриками или дебалансами. Дебалансы не дают валу плавно вращаться при работе электродвигателя, а вызывают его дрожание — вибрацию. Произведение веса дебаланса на расстояние от его центра тяжести до оси вала называют статическим моментом. Чем больше статический момент эксцентрика, тем больше (при данной частоте вибрации) возмущающая сила вибратора. При увеличении частоты вибрации возмущающая сила вырастает пропорционально квадрату. Так, при изменении частоты с 3000 до 6000 колебаний в 1 мин, т. е. в 2 раза, возмущающая сила вибратора увеличивается в 4 раза, поэтому повышение частоты вибрации позволяет получать большие значения возмущающих сил при небольших значениях статического момента дебаланса и тем самым облегчить массу вибратора. Однако износостойкость последних при таком режиме резко снижается.

Для уплотнения бетонной смеси в тонкостенных и густоармированных конструкциях широко применяют так называемые «планетарные» вибраторы, в которых вибрационные колебания создают планетарно обкатывающимся бегунком (рис. III.30). Такие вибраторы позволяют весьма просто получать высокочастотные и двухчастотные колебания, т. е. одновременно колебания высокой и низкой частот. Например, при соотношении диаметров поверхностей обкатки 5:4 частота вибрации превысит частоту вращения приводного вала в 4 раза.

Во многих вибраторах электродвигатель помещен вместе с эксцентриком в плотно закрытый кожух, образуя основную часть вибратора — вибродвигатель (рис. III.31). Некоторые электромеханические вибраторы устроены по-иному: на одном конце гибкого вала находится электродвигатель, а на другом — эксцентрик, закрытый кожухом, образующий «рабочий наконечник» вибратора. В этом случае в бетонную смесь погружают

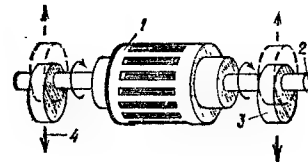


Рис. III.29. Схема электромеханического вибратора
1 — электродвигатель; 2 — вал; 3 — эксцентрик (дебаланс); 4 — центробежная сила

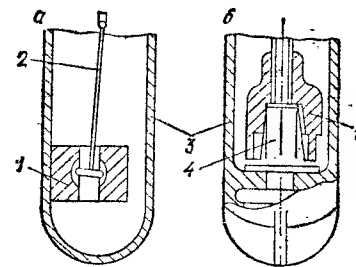


Рис. III.30. Принципиальные схемы вибрационных планетарных механизмов

а — с наружной обкаткой бегунка; б — с внутренней обкаткой бегунка; 1 — бегунок; 2 — приводной вал; 3 — корпус вибратора; 4 — сердечник

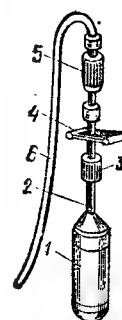


Рис. III.31. Внутренний (глубинный) вибратор с жесткой штангой (булава)
1 — корпус с вибромотором; 2 — штанга; 3 — упругая муфта (амортизатор); 4 — рукоятка; 5 — выключатель; 6 — питающий кабель

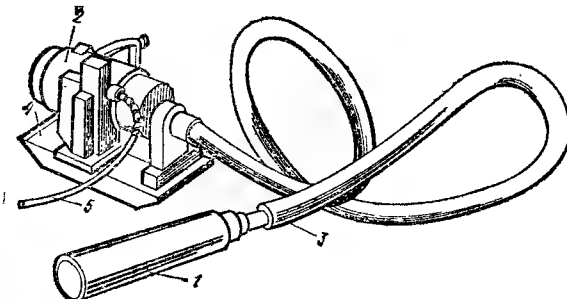


Рис. III.32. Вибратор с гибким валом
1 — рабочий наконечник с эксцентриком; 2 — электродвигатель; 3 — гибкий вал; 4 — подставка для электродвигателя; 5 — питающий кабель

только рабочий наконечник. Применяя такой вибратор с гибким валом (рис. III.32), рабочий большей частью переставляет лишь легкий наконечник; тяжелый же электродвигатель переносит значительно реже.

Способ уплотнения, при котором вибратор погружают в бетонную смесь, называют внутренней вибрацией, а соответствующие типы вибраторов — внутренними (или глубинными). Способ внутреннего вибрирования наиболее производительен, дает наилучшее уплотнение бетонной смеси, поэтому получил наибольшее распространение.

Кроме глубинных вибраторов для внутреннего вибрирования бетонной смеси применяют подвешиваемый на кране плоскостной виброуплотнитель (тип ПВ).

Виброуплотнитель состоит из двух серийных вибраторов, жестко соединенных между собой стальной плоской плитой. Вибропобудители вращаются в противоположные стороны; при этом происходит синхронизация колебаний и возникает вибрация, направленная перпендикулярно плоскости плиты. Такие виброуплотнители применяют преимущественно при бетонировании больших неармированных массивов с использованием смеси подвижностью 1...5 см. Они имеют большой радиус действия — 1...2 м.

Кроме внутренних вибраторов применяют также поверхностные и наружные вибраторы.

Поверхностные вибраторы (площадочные и виброрейки) передают колебания бетонной смеси через основание-площадку на верхнюю поверхность бетона. Их применяют при бетонировании плит, оснований под полы, дорожных покрытий и подобных конструкций.

III.11. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РУЧНЫХ ВНУТРЕННИХ (ГЛУБИННЫХ) ВИБРАТОРОВ С ГИБКИМ ВАЛОМ

	ИВ-66	ИВ-67	ИВ-47А
Ресурс работы, ч	500	500	50
Общая масса вибратора, кг	26	29	35,5
<i>Вибронаконечник</i>			
Наружный диаметр корпуса, мм	38	51	76
Длина рабочей части, мм	300	410	440
Частота колебаний, мин ⁻¹	1000	1000	1000
Возмущающая сила, Н	1000	3000	4000
Статический момент дебаланса, Н·см	0,34	1,03	3,5
Масса, кг	2,4	4,5	8,7
<i>Электродвигатель</i>			
Номинальная мощность, кВт	0,8	0,8	1,2
Напряжение, В	36	36	36
Частота тока, Гц	50	50	50
Режим работы	повторно-кратковременный ИВ 60%		
Габарит, мм	100×170×250		
Масса, кг	14,3		
<i>Гибкий вал</i>			
Длина, мм	3300	3000	3000
Радиус действия, не менее, мм	250	280	350
Масса, кг	9	10	12,5

III.12. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУЧНЫХ ВНУТРЕННИХ (ГЛУБИННЫХ) ВИБРАТОРОВ СО ВСТРОЕННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

	ИВ-102	ИВ-103
Наружный диаметр корпуса, мм	75	110
Длина рабочей части, мм	485	485
Частота колебаний, мин ⁻¹	1100	1100
Возмущающая сила, Н	5500	6500
<i>Электродвигатель (встроенный):</i>		
мощность, кВт	0,8	0,8
напряжение, В	36...42	
частота тока, Гц	200	200
режим работы	повторно-кратковременный ПВ — 60%	
Ресурс работы, ч	1000	1000
Масса, кг	16	24

III.13. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ РУЧНЫХ ВНУТРЕННИХ (ГЛУБИННЫХ) ВИБРАТОРОВ

	ВП-1	ВП-3
Наружный диаметр корпуса, мм	50	100
Длина рабочей части корпуса, мм	300	450
Статический момент дебаланса, Н·м	0,01	0,125
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5
Частота колебаний, мин ⁻¹	1200	800
Масса, кг	5,6	19,5

III.14. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРЕННЕГО ВИБРАТОРА ИВ-90, ПОДВЕШИВАЕМОГО НА КРАНЕ

Наружный диаметр корпуса, мм	183
Длина корпуса, мм	1100
Частота колебаний, мин ⁻¹	800
Возмущающая сила, кН	21
Мощность электродвигателя, кВт	2,8
Режим работы	продолжительный
Габарит, мм	1520×405×320
Масса, кг	130

Площадочный вибратор (рис. III.33, а) состоит из вибрационного электродвигателя и металлической ребристой площадки с рукоятками для ее перестановки. Виброрейка (рис. III.33, б) представляет собой деревянный или металлический брус (иногда спаренные два бруса) длиной 3...4 м, на котором смонтирован вибрационный электродвигатель. Виброрейка имеет на концах рукоятки.

III.15. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОСКОСТНЫХ ВНУТРЕННИХ (ГЛУБИННЫХ) ВИБРОУПЛОТНИТЕЛЕЙ

	ПВ-1	ПВ-2
Высота плиты, мм	400	600
Ширина плиты, мм	800	1100
Частота колебаний, мин ⁻¹	580	280
Возмущающая сила, кН	1,6	5,2
Статический момент дебалансов, Н·м	0,44	6
Мощность двигателя, кВт	2×1,1	2×5,5
Масса вибратора, кг	60	195
Общая масса уплотнителя, кг	150	422
Радиус действия в бетонной смеси, см:		
подвижностью 1...2 см	80...100	100...150
" 3...5 см	100...150	150...200

III.16. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБРОРЕЕК ДЛЯ ЧИСТЫХ ПОЛОВ И СТЯЖЕК

	СО-131	СО-132
Тип вибропобудителя	ИБ-70А	ИБ-21А
Возмущающая сила, кН	2,5	4
Техническая производительность, м³/ч	80	120
Габарит, мм	1700×415×385	3240×415×385
Масса (без электрооборудования), кг	46	65

Наружные вибраторы прикрепляют при помощи имеющихся у них тисков к опалубке и сотрясанием последней передают колебания бетонной смеси. Ввиду трудоемкости перестановки и неравномерности уплотнения бетонной смеси наружные вибраторы в настоящее время на бетонных работах применяют крайне редко.

При работе на открытом воздухе можно использовать вибраторы, питаемые переменным электрическим током с напряжением не выше 36 В. Так как в обычных электросетях напряжение составляет 220 или 380 В, то вибраторы к ним присоединяют через специальные понизительные трансформаторы, преобразующие сетевое напряжение в 36 В.

III.17. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОНИЖАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

	ИБ-10	ИБ-4	ИБ-9
Номинальная мощность, кВт·А	0,5	1	1,5
Напряжение, В:			
первичное	380/220	380/220	380/220
вторичное	36	36	36
Масса, кг	23,5	29	35

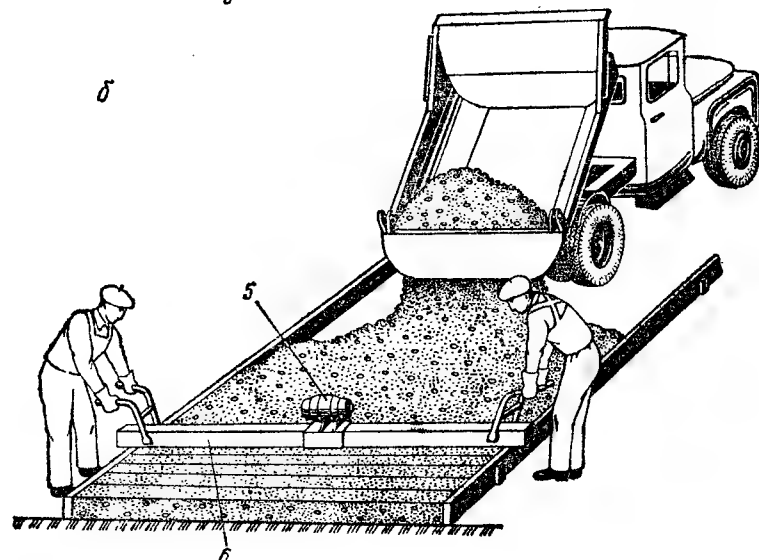
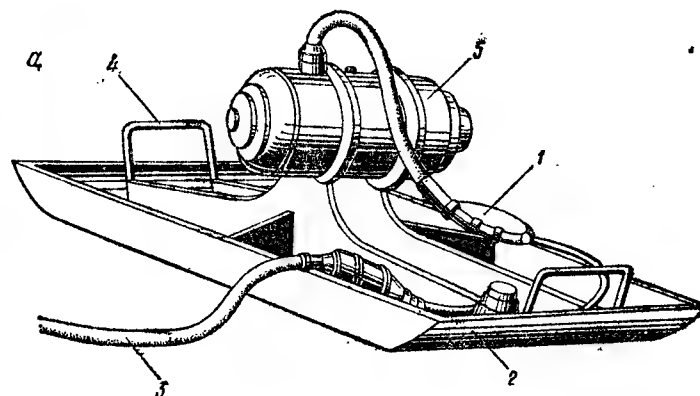


Рис. III.33. Поверхностные вибраторы

а — площадочный; б — виброрейка; 1 — выключатель; 2 — площадка; 3 — питающий кабель; 4 — рукоятка; 5 — электродвигатель; 6 — уплотняющий брус

Для работы высокочастотных вибраторов с частотой колебаний более 300 с⁻¹ необходима частота переменного электрического тока 150...200 Гц, в то время как в сети она равна 50 Гц. Поэтому электродвигатели высокочастотных вибраторов питают током от сети через специальные преобразователи частоты тока, которые по-

III.18. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ТОКА

ИЭ-9401 ИЭ-9403 ИЭ-9405

Напряжение, В:			
первичное	380/220	380	380
вторичное	36	42	42
Частота тока, Гц:			
первичная	50	50	50
вторичная	200	200	200
Мощность, кВт·А:			
потребляемая	5,5	2	8
отдаваемая	4	1,2	4
Режим работы	продолжительный		
Масса, кг	63	60	60

вышая частоту тока в 4 раза, одновременно понижают напряжение до 36...42 В.

Основные правила укладки бетонной смеси и уплотнения ее вибраторами следующие.

Бетонирование следует вести так, чтобы опалубка была целиком заполнена однородной бетонной смесью.

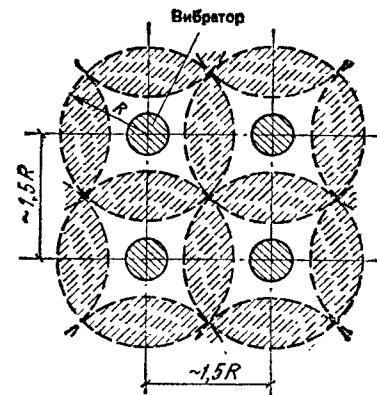
Бетонная смесь должна быть уложена плотно — без пустот между стержнями арматуры или между арматурой и опалубкой. Особенно тщательно следует прорабатывать вибратором бетонную смесь в местах с густой арматурой, у стенок опалубки и в углах.

Перестановки вибратора выполняют так, чтобы не оставалось непровибрированных мест. Расстояние, на которое можно переставлять внутренние вибраторы, не должно превышать полуторного радиуса их действия (рис. III.34), т. е. расстояния от вибратора до того места в бетонной смеси, где еще заметно его уплотняющее действие. Расстояние перестановки определяют опытным путем. В зависимости от подвижности бетонной смеси оно составляет для вибраторов с гибким валом: с большим стержнем — 300...350 мм, с малым — 250 мм. Для вибраторов ИВ-102 и ИВ-103 это расстояние принимают 350...500 мм.

Вибрирование на данной позиции прекращают при появлении признаков достаточного уплотнения смеси: прекращение оседания смеси; горизонтальность поверхности слоя; хорошее заполнение опалубки, особенно в углах; появление раствора на поверхности бетонной смеси и в щелях опалубки.

Продолжительность вибрирования с одной позиции внутренними вибраторами в зависимости от подвижно-

Рис. III.34. Схема перестановки внутренних (глубинных) вибраторов
R — радиус действия вибратора



сти смеси составляет примерно 20...40 с, а поверхностными — 20...50 с.

Вынимать внутренний вибратор из бетонной смеси при перестановке нужно медленно, не выключая электродвигателя, чтобы пустота под наконечником успела заполниться бетонной смесью.

При работе с поверхностными вибраторами их переставляют так, чтобы площадка вибратора на каждой новой позиции перекрывала немного (на 50...100 мм) соседний провибрированный участок.

При укладке бетонной смеси необходимо следить за тем, чтобы не были нарушены расположение арматуры в бетоне и проектная толщина защитного слоя. Опирающие вибраторы во время их работы на арматуру монолитных конструкций недопустимо.

Запрещено добавление воды в бетонную смесь на стадии уплотнения, так как это сильно снижает прочность и плотность бетона.

Безвибрационная укладка бетонной смеси

В последние годы получила применение безвибрационная укладка бетонных смесей, приготовленных с добавкой суперпластификаторов. Смесь укладывают гравитационным способом (под действием сил тяжести), исключая операции по распределению смеси в конструкции вследствие ее высокой текучести. Требуется лишь кратковременная легкая вибрационная обработка смеси вибратором с гибким валом в углах, стыках и

местах, сильно насыщенных арматурой. Применение безвибрационной укладки смеси снижает трудоемкость бетонирования (примерно на одну треть), ускоряет рабочий процесс и уменьшает энергозатраты. Особенно эффективна эта технология при бетонировании набивных свай, подземных и подводных сооружений (например, при бетонировании методом «стена в грунте»).

Литую смесь можно подавать в конструкции и напорным способом — бетононасосами. Есть практический опыт применения добавки суперпластификатора С-3, преимущественно для высокопрочных бетонов классов выше В30, и более дешевого суперпластификатора МЛС (модифицированный лигносульфат), для бетонов классов В12,5...В30. Лигносульфаты являются отходами промышленности. Модификацию их в сочетании с хлористым кальцием используют в целях ускорения твердения, а с цементом — для сохранения повышенной подвижности, особенно в жаркую погоду.

Дозировку добавки суперпластификаторов определяет строительная лаборатория. Обычно она составляет 0,4...1 % массы цемента для суперпластификатора С-3 и 0,3...0,35 % — для суперпластификатора МЛС.

Повышенная подвижность сохраняется при средней летней температуре в течение: 60 мин (С-3), 45 мин (МЛС с хлоридом кальция), 90 мин (МЛС с цементом).

Поэтому на заводах вводят в смесь лишь 80...85 % воды затворения, остальные же 15...20 % воды вместе с раствором суперпластификатора вводят в автобетоносмеситель перед его разгрузкой, выполняя дополнительное смешивание товарной смеси с добавочной водой и суперпластификатором. Целесообразна также доставка с завода товарных сухих смесей с загрузкой в барабан полной порции воды, добавкой суперпластификатора и перемешиванием компонентов в течение требуемого времени.

ГЛАВА 20. УХОД ЗА БЕТОНОМ И КОНТРОЛЬ ЕГО КАЧЕСТВА

Условия твердения бетона и уход за ним

Для того чтобы уложенный бетон приобрел требуемую прочность в назначенный срок, за ним необходим правильный уход. В противном случае возможно полу-

чение низкого качества, а иногда и непригодного бетона, что вызовет разрушение конструкции, несмотря на хорошие материалы, правильный подбор состава бетона и тщательное бетонирование.

Особенно важен уход за бетоном в течение первых дней после укладки. Необходимо поддерживать свежесуложенный бетон во влажном состоянии и предохранять его от сотрясений, каких-либо повреждений, ударов, а также от резких изменений температуры и быстрого высыхания. Чрезмерная жара, холод, удары и сотрясения тем опаснее для бетона, чем меньше его возраст. Следует помнить, что недостатки ухода в первые дни практически нельзя возместить тщательным уходом в последующем.

При твердении на воздухе бетон высыхает и дает усадку, причем усыхание снаружи происходит быстрее, чем внутри. Поэтому если влажность бетона при твердении была недостаточной, на его поверхности появляются мелкие усадочные трещины.

Для предохранения бетона от ненормальных усадок, приводящих к появлению усадочных трещин, выполняют его укрытие и поливку. Эти меры следует принимать не позднее чем через 10...12 ч по окончании бетонирования, а в жаркую и ветреную погоду — через 2...3 ч после укладки смеси, чтобы предотвратить быстрое испарение из нее влаги (эти указания не относятся к работам в очень жаркую и сухую погоду, а также в зимних условиях, что рассмотрено ниже в главах 21 и 22).

В жаркую погоду (при температуре 15°C и выше) поливку следует выполнять в первые трое суток днем не реже, чем через каждые 3 ч и не менее 1 раза ночью, а в последующие дни — не реже 3 раз в сутки (утром, днем и вечером). Поливают обычно открытые горизонтальные и наклонные поверхности бетона таким образом, чтобы вода падала на бетон в виде дождя. В жаркую погоду поливают также опалубку. При снятии опалубки до истечения срока ухода за бетоном (например, опалубки колонн, стен, боковых щитов и балок и т.п.) поливают одновременно и распалубленные вертикальные поверхности бетонных конструкций.

Для предохранения бетона от непосредственного воздействия солнечных лучей горизонтальные поверхности следует укрывать влагоемкими материалами и периодически поливать эти материалы, поддерживая их, а

следовательно, и бетон во влажном состоянии. В условиях сухого и жаркого климата такой метод является обязательным для обеспечения хорошего качества бетона.

Уход за бетоном осуществляют до получения им 70 %-ной проектной прочности, для чего обычно требуется 7...15 дней.

Укрытие и поливка бетона требуют значительных затрат труда, поэтому при большой площади бетонной поверхности целесообразно заменять поливку покрытием бетона защитными пленками, этиноловым лаком или водно-битумной эмульсией. Добавление в эмульсию известкового молока и придание ей более светлой окраски увеличивают отражательную способность пленок и снижают интенсивность прогрева поверхности солнечными лучами.

При температуре 5° С и ниже поливку не производят.

Движение людей по забетонированным конструкциям, а также установку на них лесов и опалубки допускают не ранее, чем бетон достигнет прочности 1,5 МПа (практически, при температуре воздуха 15°С — через 2 суток, 10°С — через 3 суток, 5°С — через 4...5 суток). Движение бетоноукладочных и других машин, а также автотранспорта по забетонированной конструкции допускают только по достижении бетоном прочности, предусмотренной проектом производства работ.

Боковую опалубку, не несущую нагрузок от веса конструкций, можно снимать, если бетон достиг прочности, допускающей распалубливание без повреждения поверхности бетона и кромок углов. Для снятия несущей опалубки железобетонных конструкций необходимо, чтобы бетон достиг прочности 50...100 % проектной (в большинстве случаев — 70...80 %). Подробно сроки и правила снятия несущей опалубки и поддерживающих ее лесов регламентированы.

Контроль качества бетона и приемка работ

Для того чтобы обеспечить высокое качество бетона в сооружении, на строительстве ведут систематический контроль качества бетона.

Строительная лаборатория регулярно контролирует правильность состава приготовляемой бетонной смеси.

Подвижность бетонной смеси проверяют не реже двух раз в смену у мест ее приготовления и укладки.

Каждая строительная организация производящая бетонные и железобетонные работы, обязана вести журнал бетонных работ (см. прил. 1). При приемке бетонных и железобетонных работ записи в журнале позволяют проверить, насколько технически правильно производились эти работы. При приемке работ осуществляют прежде всего внешний осмотр забетонированной конструкции (нет ли раковин, оголений арматуры, расслоения бетона и т. п.).

Затем проверяют качество и однородность бетона простукиванием металлическим молотком (хороший бетон дает чистый звонкий звук, плохой — глухой).

Для определения прочности бетона конструкции применяют различные приборы и инструмент. Наиболее простым инструментом является шариковый молоток Физделя, оставляющий при ударе о бетон лунку. Прочность бетона определяют по тарировочной таблице в зависимости от диаметра лунки. Для получения сравнительных результатов необходимо, чтобы энергия удара шариковым молотком была всегда одинакова (удар молотком о бетон выполняют от локтя; одинаковую энергию удара достигают тренировкой).

Более совершенным является ручной эталонный молоток конструкции Кашкарова (рис. III.35), учитывающий непосредственно энергию удара. Для этого тело молотка в нижней его части выполняют полым и в него не только помещают стальной шарик, дающий отпечаток на бетоне в виде лунки, но и пропускают поверх него стальной стержень, соприкасающийся с верхней поверхностью шарика. При ударе молотком о бетон отпечатки (лунки) образуются и на бетоне, и на стальном стержне. Прочность бетона определяют отношением диаметров этих лунок.

В СССР стандартизован также метод определения прочности бетона при помощи пружинного молотка КМ. Такой молоток имеет полый корпус (с рукояткой), внутри которого находятся пружины и боек с шариковым закруглением на конце. При ударе боек дает отпечаток на бетоне, а затем упруго отскакивает вверх. По отскоку бойка и размеру лунки на бетоне определяют с помощью тарировочной таблицы прочность бетона.

В последнее время для определения качества бето-

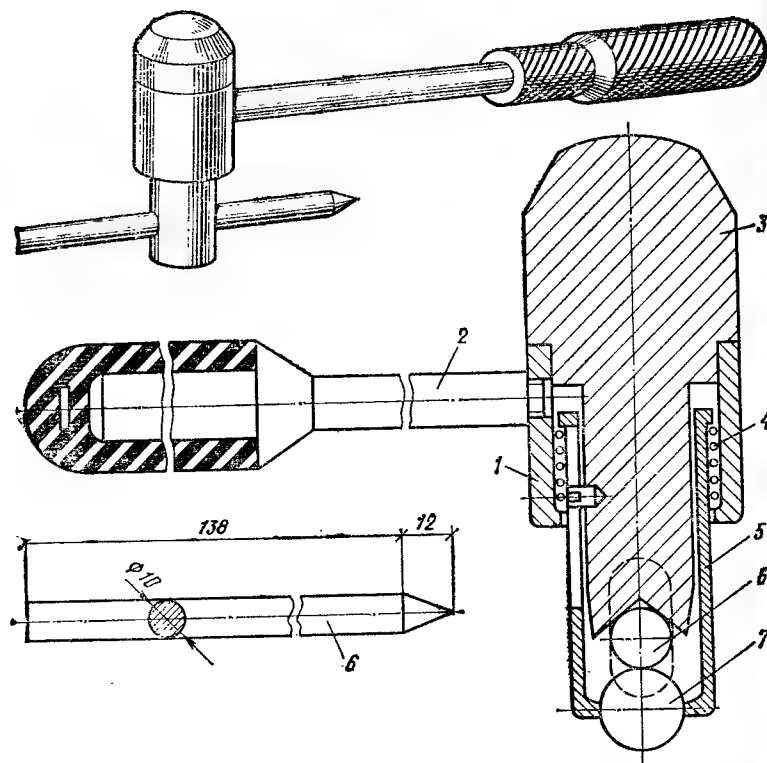


Рис. III.35. Эталонный молоток Кашкарова для определения прочности бетона неразрушающим методом

1 — корпус; 2 — ручка; 3 — головка; 4 — пружина; 5 — стакан с отверстиями для шарика и эталонного стержня; 6 — стержень; 7 — стальной шарик

на в конструкциях стали использовать различные физические методы, наиболее распространенным из которых является метод определения плотности и прочности бетона по скорости прохождения ультразвуковой волны через бетонную конструкцию. Этот метод также удобен для обследования однородности бетона и обнаружения неплотностей и каверн внутри него.

Упомянутые выше так называемые «неразрушающие методы» определения прочности бетона в сооружении применяют все шире, однако до сих пор основным методом контроля качества бетона при производстве работ остается метод испытания контрольных образцов, имеющих форму кубов (с ребром 100; 150; 200; 300 мм),

на сжатие. Контрольные образцы изготовляют как у места приготовления бетонной смеси, так и у места ее укладки в конструкцию. Порядок изготовления образцов и оценки прочности бетона по результатам их испытаний устанавливают специальные стандарты и инструкции.

До недавнего времени основное требование к прочности бетона при испытании контрольных образцов (кубов), заключалось в том, чтобы средняя прочность серии образцов (обычно 3 шт.) была не меньше проектной прочности бетона. Однако в настоящее время такой метод оценки считают допустимым только на мелких и непродолжительных работах. Основным же является так называемый «статистический» метод, устанавливающий связь между прочностью и однородностью бетона.

Дело в том, что объем бетона в контрольной серии образцов (обычно 3 образца с ребром 150 мм) равен всего 0,013 м³, что составляет лишь доли процента от контролируемого объема укладываемого бетона. При объеме работ, например, 25 м³ в смену объем проб (2 серии) составляет 0,025 м³, или 0,1 % (при больших объемах эта доля еще меньше). Естественно, возникает вопрос: в какой мере прочность бетона контрольных образцов достоверно отражает прочность бетона в бетонированных конструкциях? Этому вопросу не возникало, если бы весь укладываемый бетон был абсолютно однороден и любая проба, взятая в течение периода укладки в ту или иную конструкцию, давала бы одинаковую прочность. Но практически бетон неоднороден и при испытании контрольных образцов их прочность оказывается неодинаковой и отклоняется от заданной проектом. Особенно важно иметь в виду что «разброс», т. е. различие отклонений, может быть весьма значительным в зависимости от того, насколько хорошо организованы и правильно ведутся бетонные работы. Тем самым различие отклонений предопределяет оценку уровня организации и технологии производства работ. Это различие в статистике характеризуется так называемым «коэффициентом вариации», способ определения которого дан ниже на примере.

От партии бетона класса В20 отбирают две контрольные серии образцов. Средняя прочность образцов первой серии R_1 — 19 МПа, второй R_2 — 22,8 МПа. Средняя прочность бетона в партии

$$R_m = (R_1 + R_2) / 2 = (19 + 22,8) / 2 = 20,9 \text{ МПа.}$$

При этом отклонение прочности бетона в первой серии от прочности партии составляет: $19-20,9=-1,9$ МПа, а во второй серии $22,8-20,9=+1,9$ МПа.

Среднее значение отклонений прочности обеих серий, в данном случае равное нулю, не характеризует однородность бетона в партии. Поэтому стандартом предусмотрено определение так называемого «среднего квадратичного отклонения». Для этого знак отклонения не учитывают, а значение каждого отклонения возводят в квадрат. При двух сериях в партии среднее квадратичное отклонение равно:

$$S_m = \sqrt{(1,9^2 + 1,9^2)/(2-1)} = 2,66 \text{ МПа.}$$

Отношение среднеквадратичного отклонения S_m к среднему результату (в данном случае — к прочности партии бетона) R_m называют коэффициентом вариации (или коэффициентом изменчивости) и обозначают буквой V :

$$V = (S_m/R_m) 100 \text{ \%}.$$

В рассматриваемом примере коэффициент вариации прочности бетона составляет

$$V = 2,66/20,9 \cdot 100 = 12,7 \text{ \%}.$$

Допускаемые значения коэффициента вариации, согласно ГОСТ, находятся в пределах 5...25 %. Таким образом, значение $V=12,7 \text{ \%}$ характеризует средний уровень однородности бетона, соответствующий значениям уровня вариации на бетонном заводе.

Требуемую прочность бетона при статистическом методе контроля определяют не только заданной нормативной (проектной) прочностью бетона, но и его однородностью, а именно: $R_T = K_T R_{\text{норм}}$, где K_T зависит от однородности бетона (табл. III.19). Это позволяет за счет хорошей организации работ и высокой однородности бетона подбирать более экономичные составы и экономить цемент. Значения коэффициента требуемой прочности могут быть и меньше, и больше 100 %.

Так, в рассмотренном примере $V=12,7 \text{ \%}$, $K_T=96 \text{ \%}$. Следовательно, требуется прочность бетона (при классе В20) всего только $0,96 \cdot 20 = 19,2$ МПа, что несколько

III. 19. ТРЕБУЕМАЯ ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ОДНОРОДНОСТИ

V коэффи- циент вариации, %	K_T , % норми- руемой прочности	V коэффи- циент вариации, %	K_T , % норми- руемой прочности
5	84	17	103
7	87	19	108
10	92	21	113
12	95	23	118
15	100	25	123

меньше, чем фактическая прочность бетона в партии — 20,9 МПа. Полученный результат указывает на возможность в дальнейшем подобрать состав меньшей прочности с некоторой экономией цемента.

Обычно статистический контроль качества монолитного бетона на строительной площадке ведут по отдельным технологическим комплексам. В качестве такого комплекса, как правило, принимают группу одновременно бетонированных конструкций с бетоном одного состава, выдерживаемых в одинаковых условиях. Бетон технологического комплекса разбирают на партии. В качестве партии принимают объем бетона, укладываемого за период не более одних суток. Из каждой партии отбирают для контроля не менее двух проб из разных замесов и изготавливают, как правило, одну серию образцов (3 шт.), а при необходимости и дополнительные серии в соответствии с требованиями нормативов.

Если освидетельствование бетона в натуре и испытания контрольных образцов не дают уверенности в том, что качество бетона в сооружении отвечает заданным требованиям, конструкции испытывают пробной нагрузкой.

Одновременно с определением качества бетона выполняют обмер конструкций и устанавливают соответствие фактических размеров указанным в чертежах, а также проверяют вертикальность поверхностей. При этом руководствуются следующими допусками, мм:

Отклонение плоскостей и линий их пересечения от вертикали или от проектного наклона на всю высоту конструкций:	
для фундаментов	20
для стен, возведенных в неподвижной опалубке, и для колонн, поддерживающих монолитные перекрытия	15
для колонн каркаса, связанных подкрановыми и обвязочными балками	10
Отклонение горизонтальных плоскостей от горизонтали	20
Местные отклонения верхней поверхности бетона от проектной при проверке конструкций рейкой длиной 2 м (кроме опорных поверхностей)	5
Отклонение в длине или пролете элементов	± 20
Отклонения в размерах поперечного сечения элементов	$+6, -3$
Разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей	3

Исправление дефектов бетонирования

Несоблюдение правил производства бетонных работ приводит к появлению ряда дефектов железобетонной конструкции. Некоторые из них — раковины, гравелистая поверхность бетона, неровности — могут быть устранены последующим исправлением.

При заделке раковин полностью отбивают и выбивают весь слабый и рыхлый бетон, полностью обнажая «здоровый» бетон. Поверхность раковин очищают проволочной щеткой и тщательно промывают струей воды, после чего устанавливают и укрепляют местную опалубку.

Бетонную смесь применяют с мелким щебнем или гравием (крупностью до 20 мм); ее лучше всего подавать сверху через «карман» или воронку, прикрепленную к опалубке.

При больших размерах раковин возможно появление в местах соприкосновения старого бетона с новым усадочных трещин. Поэтому при заделке раковин значительных размеров в подлежащее бетонированию пространство закладывают металлические трубки с мелкими отверстиями в стенках. Через 2...3 сут после бетонирования по этим трубкам нагнетают под давлением цементный клей (смесь цемента и воды), который заполняет все трещины и случайные пустоты и обеспечивает надлежащую монолитность и плотность бетона.

Нельзя замазывать крупные раковины густым раствором, так как это не устраняет дефекта в бетоне, а только скрывает его. Не следует заделывать раковины цементным раствором или тестом, так как вследствие усадки раствора или теста при твердении в местах соединения с бетоном появятся трещины.

Мелкие раковины, образующие неровную гравелистую поверхность бетона, можно затирать раствором после прочистки щетками и промывки.

Неровности исправляют насечкой поверхности и последующими прочисткой, промывкой и заштукатуриванием.

ГЛАВА 21. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Основы зимнего бетонирования

Бетонные работы при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5°C и минимальной суточной температуре ниже 0°C выполняют по специальным правилам, установленным для работ в зимних условиях (СНиП III-15-76).

В зимних условиях основной задачей является не допустить преждевременного замерзания уложенного бетона. Необходимо, чтобы бетон сохранял при укладке и выдерживании положительную температуру (выше 0°) до тех пор, пока его прочность не достигнет определенного значения, называемого «критической» прочностью (табл. III.20).

III. 20. КРИТИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА
(для конструкций неармированных и с ненапрягаемой арматурой)

Класс бетона	Критическая прочность		Примерный возраст бетона, сут	
	% от R_{28}	МПа	твердение при $-15...20^{\circ}\text{C}$	остывание от $-15...20$ до 0°C
B15	50	7,5	5	7...8
B20	50	10	3...4	5...6
B30	40	12	3...3,5	5
B40	35	14	2...2,5	3...4
B50	30	15	2...2,5	3...3,5

Для конструкций, подвергающихся сразу после выдерживания попеременному замораживанию и оттаиванию, критическая прочность бетона независимо от его класса должна быть не менее 70 %, а в преднапряженных конструкциях — не менее 80 % проектной прочности.

Для конструкций, подвергающихся сразу по окончании выдерживания действию расчетного давления воды (резервуаров, подпорных стен), а также конструкций, к которым предъявляют специальные требования по морозостойкости и водонепроницаемости, критическая

прочность должна быть не ниже 100 % проектной прочности.

Для массивных сооружений специального назначения (плотин, опор, мостов и др.) условия и сроки допустимого замерзания бетона устанавливают в проекте.

Перечисленные выше требования вызваны тем, что бетон при отрицательной температуре (ниже 0°C) не твердеет, так как вода в нем превращается в лед и физико-химические процессы взаимодействия между цементом и водой затворения практически прекращаются. Однако, когда замерзший бетон оттает, процессы твердения возобновляются, и, если замерзание произошло не ранее достижения им критической прочности, то бетон впоследствии приобретет заданную (проектную) прочность. Если же дать бетону замерзнуть раньше, то произойдет частично безвозвратная потеря прочности (главным образом из-за нарушения сцепления между крупным заполнителем и цементным раствором). Потеря прочности будет тем больше, чем моложе был бетон к моменту замерзания (так, например, бетон на портландцементе, достигающий прочности на 28-й день и замороженный через сутки после укладки, безвозвратно теряет до половины своей прочности). Бетон, замороженный при достижении им указанных выше значений критической прочности, необходимо выдерживать после оттаивания в условиях, обеспечивающих получение им проектной прочности до момента загрузки конструкции проектной нагрузкой.

К моменту снятия несущей опалубки бетонных и железобетонных конструкций требуется, чтобы прочность бетона составляла 50...100 % проектной. Такие конструкции после распалубливания могут быть во многих случаях без вреда для них подвергнуты действию низких температур, но в каждом конкретном случае необходимо все же сопоставить распалубочную и критическую прочность. В тех случаях, когда из условий многократной оборачиваемости опалубки последнюю (например, боковые щиты опалубки фундаментов, подколонников, стен и т. п.) снимают раньше достижения бетоном критической прочности, распалубленные поверхности следует временно укрывать.

Это же приходится делать и в тех случаях, когда разность температур поверхности бетона и наружного воздуха превышает следующие значения: 20°C — для

конструкций с модулем поверхности* от 2 до 5 и 30°C — для конструкций с модулем поверхности 5 и выше. Иначе при быстром охлаждении на поверхности бетона образуются температурные трещины.

Распалубливание конструкций выполняют при положительной температуре бетона; ни в коем случае нельзя допускать примерзания опалубки к бетону.

Для твердения в зимних условиях бетона, приготовленного на обычной воде (без введения в нее химических добавок солей, понижающих точку замерзания образующегося при этом солевого раствора), необходимо прежде всего, чтобы смесь была уложена в опалубку теплой и все ее составные части имели положительную температуру. Нельзя, например, укладывать в опалубку бетонную смесь, приготовленную на мерзлом песке и щебне. При обогрете такой смеси после укладки содержащаяся в мерзлом состоянии в песке и щебне влага оттает и займет меньший объем (известно, что вода при замерзании увеличивается и, наоборот, лед при оттаивании уменьшается в объеме примерно на 10 %). В результате этого получается рыхлый, пористый, а следовательно, и малопрочный бетон.

Поэтому в зимнее время бетонную смесь готовят на подогретой воде; заполнители (песок, щебень) также нагревают или оттаивают до положительной температуры. Исключение может быть допущено для сухого щебня или гравия, не содержащего наледи на зернах и смерзшихся комьев (влажность не выше 1...1,5 %). Такой заполнитель можно загружать в смеситель неотгретым при условии, что по выходе из смесителя бетонная смесь будет иметь заданную положительную температуру. Цемент не подогревают, так как при перемешивании с водой и заполнителями он быстро принимает положительную температуру.

Перевозку и укладку бетонной смеси осуществляют быстро, чтобы ее температура в опалубке была положительной.

Искусственная тепловлажностная среда для твердения бетонной смеси, приготовленной из подогретых материалов и уложенной теплой в опалубку, может быть

* Модулем поверхности конструкции называют отношение площади охлаждения конструкции в м² к ее объему в м³.

создана как без ее обогрева после укладки (метод термоса), так и с искусственным прогревом смеси или окружающей ее среды (электропрогрев, паропрогрев и др.).

Метод термоса применяют для массивных конструкций, например больших фундаментов, толстых плит, и лишь отчасти — при небольших морозах — для каркасных конструкций (балок, колонн) с большими поперечными размерами.

Этот способ основан на том, что смесь, уложенная в подогретом состоянии в утепленную опалубку и хорошо укрытая от мороза, остывает настолько медленно, что к моменту замерзания бетон успевает набрать необходимую прочность. Медленное остывание массива (по сравнению с тонкими конструкциями, находящимися в тех же условиях) объясняется тем, что его поверхность, через которую тепло уходит в окружающее пространство, мала по сравнению с его объемом. К тому же остывание массива замедляется еще тем, что цемент при твердении выделяет тепло (происходит так называемая экзотермическая реакция). В очень больших массивах это приводит даже к длительному повышению температуры в бетоне (до 30...40 °C).

Тонкие конструкции остывают очень быстро, поэтому прибегают к их искусственному прогреву (электрическим током, паром, теплым воздухом). При этом в целях экономии тепла, электроэнергии и пара сочетают метод термоса с искусственным прогревом бетонной смеси или бетона.

Наиболее экономичным и удобным в производственном отношении показал себя способ предварительного электропрогрева бетонной смеси перед ее укладкой. Использование этого способа позволяет значительно расширить область применения метода «термоса», особенно при небольших морозах.

Для прогрева бетона фундаментов, расположенных в отдельных котлованах и имеющих подошву значительно ниже уровня промерзания грунта, очень удобно сочетать метод термоса с выдерживанием в тепляке. Если котлованы хорошо закрыть сверху с захватом бровок так, чтобы в них не попадал холодный воздух, то в закрытом пространстве за счет отдачи тепла талым грунтом постепенно устанавливается небольшая положительная температура (1 °C), обуславливающая твердение бетона.

Приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси

Температура бетонной смеси по выходе из бетоносмесителя и ее составляющих при загрузке в смеситель не должна превышать следующих значений (в зависимости от вида примененного цемента), °C:

Смесь на портландцементе, шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе класса В45 . . 35
Смесь на быстротвердеющем портландцементе и портландцементе класса В45 и выше 30

Для получения таких значений температура воды при подаче в смеситель должна быть соответственно не менее 80 и 60 °C.

Порядок загрузки смесителя составляющими материалами следующий. Одновременно с подачей половинной порции воды в смеситель загружают щебень (гравий) и после нескольких оборотов барабана-смесителя (когда температура воды немного понизится) добавляют песок и цемент.

Приведенные ограничения температур составляющих и порядок загрузки последних имеют целью предотвратить чрезмерно быстрое схватывание цементного теста, препятствующее его равномерному распределению по объему смеси и ухудшающее условия его твердения. Ограничение температуры бетонной смеси связано с необходимостью, во-первых, уменьшить загустение смеси и сохранить ее подвижность в целях плотной укладки в опалубку, а во-вторых, снизить потери тепла, содержащегося в смеси, при ее транспортировании к месту укладки (чем выше температура смеси, тем теплотери больше).

Зимой наиболее выгодно транспортировать смесь в быстро перемещаемой таре большой вместимости, так как при этом смесь меньше остывает. Особенно эффективно использовать автобетоновозы, приспособленные для перевозки нагретой смеси с минимальными теплотериями. Кузов автомобилей-самосвалов целесообразно нагревать отходящими газами. Газы пропускают через специально устроенное двойное дно кузова или выводят через трубы к укрытой верхней части кузова, давая им такое направление при выходе, чтобы над бетонной смесью образовалась непрерывная тепловая завеса.

Потери тепла при самой перевозке меньше, чем по-

тери при перегрузочных операциях, поэтому зимой необходимо максимально использовать безперегрузочные способы доставки бетонной смеси от бетоносмесителя к месту укладки.

Тару, в которой развозят бетонную смесь, следует непосредственно перед началом работ и периодически в процессе их прогревать паром. Места перегрузки и выгрузки должны быть защищены от ветра. При подаче бетонной смеси бетононасосами необходимо предусмотреть тщательное утепление бетоновода (например, шлаковойлоком) и установку бетононасоса в утепленном помещении, а при больших морозах — еще и обогрев бетоновода располагаемой рядом с ним паровой трубой. Для очистки бетоновода и бетононасоса следует применять горячую воду. Освобожденные от бетонной смеси звенья бетоновода не промывают (во избежание образования наледи), а прочищают скребками и металлическими щетками на длинных рукоятках и протирают пыжами из мешковины.

Конвейеры и виброжелоба, по которым бетонная смесь перемещается тонким слоем, в зимних условиях малопригодны, так как смесь будет быстро остывать. Поэтому применяют их ограниченно, на небольших участках, с защитой от холода и ветра съемными коробами. Магистральную линию конвейера располагают в отапливаемой галерее.

Укладка бетонной смеси на открытом воздухе должна быть организована так, чтобы к концу укладки смесь имела требуемую температуру (не ниже 2°C , а при методе термоса — предусмотренную расчетом). Как уже сказано выше, в ряде случаев целесообразно укладывать в опалубку бетонную смесь с высокой температурой, подвергнув ее предварительно электропрогреву вблизи места укладки в специальных бункерах, бадьях, кузовах автомобилей-самосвалов. Широкое применение получил электропрогрев смеси в поворотных бадьях, который осуществляют на спланированной площадке размером не менее 7×6 м с сетчатым ограждением высотой 1,7 м и воротами для въезда автотранспорта с бетонной смесью. Доступ на площадку посторонним лицам запрещен; разогрев смеси ведут с тщательным соблюдением правил техники безопасности.

Наибольшая допустимая температура прогрева смеси на портландцементе — 70°C , на шлакопортландцемен-

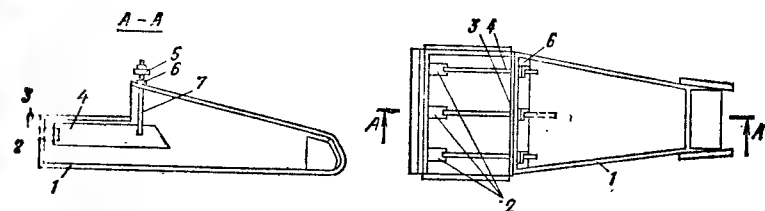


Рис. III.36. Бадья для электроразогрева бетонной смеси
1 — корпус бадьи; 2 — гетинаксовые плиты; 3 — упорный брус; 4 — пластина электрода; 5 — плоское токоприемное устройство; 6 — брус крепления токопроводящих стержней; 7 — стальной токопроводящий стержень

те — 80°C . Температуру уточняют на производстве из условий скорости загустения смеси, возможности плотной укладки в опалубку и потребляемой электрической мощности. Устройство для прогрева получает питание от сети напряжением 120...380 В, в связи с чем требуется свободная установочная мощность 25...150 кВт·А, а иногда и выше. В целях снижения потребляемой электрической мощности (до 25...50 кВт·А) прогрев ведут при напряжении 120 В, а в смесь на бетонном заводе добавляют поваренную соль в размере 1...1,5 % массы цемента. Температуру прогрева назначают в зависимости от температуры наружного воздуха (при наружной температуре $-15...-20^{\circ}\text{C}$ смесь разогревают до $45...55^{\circ}\text{C}$).

Бадьи для электропрогрева бетонной смеси специально оборудованы пластинчатыми электродами и надежными токоприемными устройствами (рис. III.36). Разгруженную в бадью бетонную смесь разравнивают между электродами для обеспечения ее равномерного прогрева. Корпус бадьи заземляют, после чего подсоединяют нулевой провод от питающей сети, насаживают токоприемные устройства на контактные выводы и включают блок «предохранитель-выключатель».

В тех случаях, когда возможна выгрузка бетонной смеси из автомобиля непосредственно в конструкции, смесь подогревают в кузове автомобиля перед ее разгрузкой, для чего кузов оборудуют аналогично бадьям.

Разогретую смесь быстро укладывают и тщательно укрывают с тем, чтобы дальнейшее ее твердение происходило в условиях термоса. Перед укладкой смеси опалубку и арматуру очищают от снега и наледи. Обогрев арматуры перед самой укладкой бетонной смеси (лучше всего горячим воздухом) обязателен при морозах ниже

и диаметре арматуры более 25 мм, а также при жесткой арматуре из прокатных профилей.

Места выгрузки и укладки бетонной смеси должны быть защищены от ветра.

Во избежание излишней потери тепла бетонную смесь укладывают небольшими участками по длине и ширине так, чтобы уложенный слой быстро закрывался последующим слоем. После укладки последнего (верхнего или промежуточного (в случаях бетонирования с перерывами) слоя бетон должен быть немедленно укрыт.

Особенно ответственной является укладка бетонной смеси в основания и фундаменты. Пучинистые грунты, служащие основанием, до начала укладки бетонной смеси отогревают до положительной температуры и защищают от дальнейшего промерзания на весь зимний период. Как правило, поверхность основания должна быть непромерзшей, но иногда допускают укладку бетонной смеси на промерзшую скалу, непучинистый грунт или старый бетон, если расчет подтверждает сохранение в бетоне в течение определенного срока положительной температуры (обычно не ниже 2°C). Если по каким-либо причинам произойдет замерзание бетона в стыке, то промерзший участок отогревают до полного оттаивания (обычно паром в продолжение нескольких часов), удаляют промерзший незатвердевший слой, обрабатывают поверхность старого бетона по установленным правилам, смазывают тонким слоем цементного раствора и затем уже продолжают бетонирование.

Выдерживание бетона по методу термоса

При использовании метода термоса твердение бетона происходит в процессе его медленного охлаждения до 0°C . Медленное остывание бетона становится возможным благодаря запасу тепла, который создан в нем в результате подогрева составляющих бетона и выделения тепла цементом в процессе твердения. Для снижения потерь тепла бетоном и удлинения срока твердения опалубку утепляют, а уложенный в конструкцию бетон сверху укрывают.

При бетонировании каркасных конструкций (мощных колонн, балок и др.) применяют бетонную смесь на быстротвердеющем цементе высоких марок (не ниже 400), который не только быстро набирает прочность, но

и выделяет при твердении большое количество тепла. Таким образом сокращают время, в течение которого бетон должен быть предохранен от промерзания, а также повышают запас тепла в нем, т. е. облегчают условия термостойкого выдерживания бетона. Полезна добавка хлористого натрия, что ускоряет твердение бетона и позволяет поэтому шире использовать метод термоса.

Утепление опалубки назначают по расчету и выполняют его без зазоров и щелей, особенно в углах и местах стыкования теплоизоляции.

Ребра и углы, которые охлаждаются наиболее сильно, должны иметь усиленную теплоизоляцию, для чего их покрывают дополнительным слоем утеплителя. Бетон сильно остывает также в местах соприкосновения с ранее бетонированными участками, поэтому поверхность старого бетона у места стыкования с новым бетоном также утепляют.

Для уменьшения продуваемости утепленной опалубки и предохранения влагоемких теплоизоляционных материалов от увлажнения следует прокладывать с одной, а лучше с двух сторон утеплителя слой толя, пергамина и др.

Утепление верхней грани бетона, которое устраивают немедленно вслед за окончанием бетонирования, по своим теплоизолирующим качествам не должно уступать утеплению опалубки.

Опалубка и утепление конструкций могут быть сняты при температурах, возможно более приближающихся к 0°C , но обязательно до примерзания опалубки к бетону. При больших морозах рекомендуется снятую опалубку заменить гибкими утеплителями с тем, чтобы отдалить процесс промерзания бетона.

Электропрогрев бетона

Прогрев бетона с использованием электрической энергии осуществляют тремя способами:

1. пропуском электрического переменного тока через специально уложенный бетон; при этом энергия тока, превращаясь в тепло, нагревает бетон;

2. обогревом бетона снаружи (а иногда и изнутри) электрическими нагревателями;

3. нагревом стальной арматуры вихревыми токами, индуцированными в ней при пропускании переменного то-

ка через обмотку из изолированного провода вокруг конструкции (индукционный прогрев).

При электропрогреве температура бетона поднимается обычно до 60...80 °С и бетон уже в течение 1...2 сут получает прочность, достаточную для полного распалубливания.

Свежеуложенную бетонную смесь включают в электрическую цепь с помощью электродов. Это могут быть: металлические пластинки, плотно соприкасающиеся с бетоном; стержни, укладываемые в бетон поперек; струнные электроды, располагаемые вдоль оси конструкции. Пластинчатые электроды, смонтированные на специальных щитах, применяют главным образом при прогреве железобетонных плит перекрытий, на которые эти щиты укладывают сверху (рис. III.37, а). Стержневые и струнные электроды используют при прогреве бадок, колонн, фундаментов и других конструкций (рис. III.37, б). Иногда при небольших объемах работ применяют электроды из катанки: «плавающие», слегка втапливаемые в поверхность бетона, и «нашивные», прикрепляемые к внутренней поверхности опалубки. Использование арматуры в качестве электродов нежелательно из-за возможного пересушивания бетона вблизи арматуры и уменьшения их сцепления.

При электропрогреве железобетонных конструкций необходимо строго следить за тем, чтобы электроды не соприкасались с арматурой, иначе произойдет короткое замыкание, при котором могут расплавиться и перегореть провода, трансформаторы и пр. Для того чтобы не было соприкосновения наружных электродов (пластинчатых, плавающих, нашивных) с арматурой, следует строго контролировать, достаточен ли защитный слой бетона. Внутренние струнные электроды закрепляют временно специальными крюками, которые вынимают по ходу бетонирования. Стержневые электроды вставляют в бетон через открытую поверхность (например, в балках) во время бетонирования.

Перед бетонированием должна быть тщательно проверена арматура, так как неточность в ее расположении приводит к местному перегреву конструкции и коротким замыканиям. Необходимо также удостовериться в том, что бетонируемый участок не находится под током.

Бетонную смесь выгружают в опалубку осторожно, чтобы не сбить электроды. Надо следить, чтобы не за-

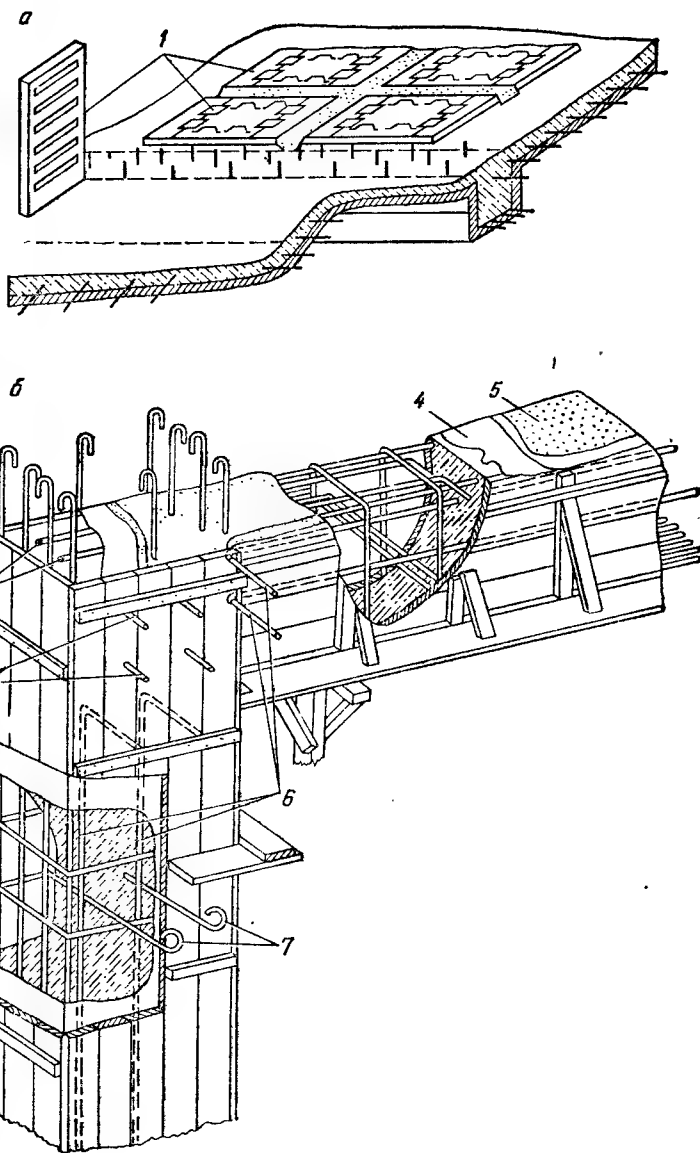


Рис. III.37. Оборудование для электропрогрева бетона
а — плиты; б — балки и колонны (электропроводка условно не показана);
1 — щиты с электродами; 2 — стержневые электроды; 3 — плавающие электроды; 4 — толь; 5 — опилки; 6 — струнные электроды; 7 — крюки для временного крепления струнных электродов

грязнялись выступающие концы электродов, иначе не будет хорошего контакта с проводами. Работные швы при бетонировании с электропрогревом размещают так, чтобы расстояние от шва до ряда электродов, находящихся в бетоне, не превышало 100 мм. Открытые поверхности по окончании бетонирования укрывают утепляющими материалами. Обогрев бетона с неукрытыми поверхностями не допускается.

Нагревание и охлаждение бетона при электропрогреве осуществляют постепенно. Скорость подъема температуры не должна превышать: $15^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — для каркасных и тонкостенных конструкций с модулем поверхности 10...12 и более, а также конструкций, возводимых в подвижной опалубке; $10^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — для конструкций с модулем поверхности 6...9; $8^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — для конструкций с модулем поверхности 3...5; $20^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — при ступенчатом прогреве.

Скорость остывания бетона не должна превышать: $12^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — для бетонных и слабоармированных конструкций при модуле поверхности 15...10; $5^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — при модуле поверхности 9...6; $2...3^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ — при модуле поверхности 5...3.

Для средне- и густоармированных конструкций (модуль поверхности 8...15) скорость остывания не должна превышать $15^{\circ}\text{C}/\text{ч}$.

В тонких конструкциях велика опасность пересушивания бетона при прогреве из-за интенсивного испарения влаги из бетона, поэтому прогрев электродами рекомендуется только для конструкций с модулем поверхности не более 20. В остальных случаях тонкие конструкции (например, плиты толщиной менее 10 см) следует прогревать при помощи электронагревателей, пара или теплого воздуха.

Предельная температура бетона при электропрогреве зависит также от вида применяемого цемента. Медленно твердеющие цементы допускают прогрев бетона до более высокой температуры (табл. III.21).

Интенсивность превращения в бетоне электрической энергии в тепло зависит от затрачиваемой на прогрев электрической мощности и омического сопротивления бетона. В процессе прогрева и затвердевания бетона его электрическое сопротивление растет, в связи с чем приходится повышать и напряжение на электродах. Поэтому электродный прогрев бетона обычно ведут через спе-

III. 21. НАИВЫСШИЕ ДОПУСТИМЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕТОНА ПРИ ЭЛЕКТРОПРОГРЕВЕ, $^{\circ}\text{C}$

Цемент	Модуль поверхности конструкций	
	до 6 (включительно)	св. 6
Шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент	80	90
Портландцемент и быстротвердеющий портландцемент (БТЦ) М400...М500	60	70

циальные понизительные трансформаторы, позволяющие в процессе прогрева изменять напряжение ступенями в пределах 50...120 В. Такое напряжение отвечает также требованиям техники безопасности.

Если подавать электроэнергию в тело бетона не непрерывно, а отдельными короткими «импульсами» (продолжительностью 0,5...2 мин), прерываемыми несколько более длинными паузами, то можно обойтись без трансформаторов, регулируя затрачиваемую на прогрев мощность изменением соотношения между длительностью импульсов и пауз между ними. Требуемый режим прогрева может быть заранее запрограммирован и осуществлен автоматически с использованием, если это потребуются, датчиков температуры в бетоне в качестве элементов обратной связи.

Второй способ прогрева бетона — применение электронагревателей сопротивления — наиболее эффективен для конструкций замкнутой формы с пустотами и т. п., а также в случае использования опалубки, в которую заранее вмонтированы электронагреватели («греющая опалубка»). В ряде случаев удобны гибкие греющие укрытия, а также греющие провода, закладываемые в тело бетона.

Существует большое число различных типов нагревателей, применяемых в зависимости от типа конструкций и условий производства. Широкое распространение имеют трубчатые нагреватели (ТЭНы), изготавливаемые промышленностью. ТЭН состоит из стальной, медной или латунной трубки диаметром от 9...13 мм, по оси которой расположена нихромовая проволоочная спираль. Между спиралью и стенками трубки засыпан специальный по-

рошок (кристаллическая окись магния). Мощность нагревателя — 0,6...1,2 кВт на 1 м длины; температура излучающей поверхности — 300...600 °С; рабочее напряжение тока — 127, 220 и 380 В.

В построечных условиях целесообразно применение так называемых «коаксиальных нагревателей», отличающихся простотой изготовления и эксплуатации. Такой нагреватель состоит из соосно расположенных двух стальных труб (или из наружной трубы и внутреннего стального стержня), сваренных у одного из торцов так, что ток в них идет в разных направлениях (фиксирование внутреннего элемента достигают центрирующими шайбами). К другому концу нагревателя припаивают электропровода. Питание — от сети промышленного напряжения.

Применяют также сетчатые нагреватели, представляющие собой систему полос из тканых сеток (стальных или латунных) шириной 100...200 мм. Их укладывают с промежутками 50...150 мм и соединяют последовательно шинами. Нагреватель изолируют сверху и снизу асбестоцементными листами и утеплителем.

В качестве греющих кабелей применяют кабель типа КСОП или КВМС. Греющие провода со стальной, медной или алюминиевой жилой диаметром 1...2,5 мм закладывают равномерно (примерно в 100...300 мм друг от друга) в тело бетона и фиксируют так, чтобы они не прикасались к опалубке.

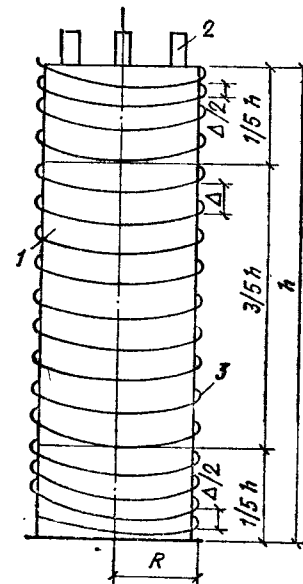
Прогрев бетона инфракрасными лучами (с высокой температурой и интенсивностью процесса) применим в основном для некоторых специальных целей: отогрева замороженных бетонных поверхностей, тепловой защиты укладываемого бетона при больших морозах, отогрева старого бетона в рабочих швах перед укладкой свежей смеси и др. Для инфракрасного нагрева применяют описанные выше трубчатые электронагреватели (ТЭНы), а также карборундовые излучатели диаметром 6...50 мм с рабочей температурой излучения 1300...1500 °С.

Третий способ прогрева бетона (индукционный) особенно эффективен для каркасных конструкций, густо насыщенных арматурой, а также конструкций, бетонированных в стальной опалубке.

При индукционном прогреве по наружной поверхности опалубки элемента (например, колонны) укладывают последовательными витками изолированный провод-

Рис. III.38. Схема индукционного прогрева бетона

1 — прогреваемая конструкция; 2 — арматура; 3 — индуктор; Δ — расстояние между витками индуктора; h — высота (длина) индуктора; R — радиус индуктора



индуктор (рис. III.38). При пропускании через индуктор переменного тока вокруг него возникает переменное электромагнитное поле, индуцирующее в стальной арматуре и опалубке (из стали) токи, нагревающие сталь, а от нее — за счет теплопроводности — и бетон.

Шаг и число витков провода определяют расчетом, в соответствии с которым изготовляют шаблоны с пазами для укладки витков индуктора. Предварительный прогрев арматуры не нужен. По условиям техники безопасности прогрев ведут при пониженных напряжениях (36...120 В).

Паропрогрев бетона

При прогреве уложенного бетона паром его твердение происходит при высокой температуре в среде с большой влажностью. Эти благоприятные условия значительно ускоряют нарастание прочности бетона.

Предельные температуры паропрогрева: 70 °С — для бетона на БТЦ, 80 °С — на портландцементях, 90 °С — на шлакопортландцементях. Предельная интенсивность прогрева и остывания бетона такая же, как и при электропрогреве.

При паропрогреве с температурой 60...70 °С можно получить через 24...48 ч такую же прочность бетона, какую при твердении бетона на воздухе с температурой 15 °С можно достичь только через 10...15 дней. Паропрогрев бетона осуществляют насыщенным паром низкого давления. При наличии пара высокого давления он должен быть предварительно пропущен через понижающий редуктор.

Прогрев бетона выполняют равномерно, для чего паровые рубашки вертикальных конструкций (колонн и др.) разделяют на отсеки высотой не более 3...4 м, причем пар подают снизу в каждый отсек самостоятельно. Ввод пара в паровые рубашки горизонтальных конструкций — балок и прогонов — необходимо осуществлять не реже чем через 1,5...2 м по их длине, а плит — не менее чем один ввод на каждые 3...4 м² поверхности.

При паропрогреве должны быть приняты меры для удаления конденсата и предотвращения образования наледи. Особенно важно следить за отводом конденсата при паропрогреве конструкций, соприкасающихся с грунтом. Паропрогрев фундаментов, расположенных на пучинистых и не допускающих смачивания грунтах (лессовидные суглинки и др.), не допускается.

Противоморозные добавки

Применение в зимних условиях противоморозных добавок в бетонную смесь позволяет обойтись без прогрева уложенного бетона. В качестве добавок используют различные соли: хлористый кальций (ХК) в сочетании с хлористым натрием (ХН — поваренная соль), нитрит натрия (НН), поташ (П), соединения нитрита кальция (НК) с мочевиной (М), нитрит-нитрат хлористого кальция (ННХК), а также сочетание солей — ХК+НН, НК+М, ННХК+М. Оптимальное сочетание, вид и количество добавок устанавливает строительная лаборатория.

Хлористые соли усиливают коррозию арматуры, поэтому их применяют только при бетонировании неармированных конструкций, а остальные — при бетонировании железобетонных конструкций с ограничениями, указанными в СНиП.

Соли металлов в зависимости от концентрации их в воде затворения (т. е. от количества добавки этих солей

к воде) понижают температуру замерзания воды (точнее, водного раствора этих солей) и тем самым обеспечивают твердение бетона при температуре ниже 0 °С.

Общее количество вводимых в бетонную смесь хлористых солей не должно превышать 7,5 % массы цемента (считая на безводные соли), нитрита натрия — 10 %, поташа — 15 % (табл. III.22).

III. 22. РЕКОМЕНДУЕМОЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК, % МАССЫ ЦЕМЕНТА

Температура бетона, °С, до	Хлористый кальций с хлористым натрием	Нитрит натрия	Поташ
— 5	3 + 0 или 0 + 3	4...6	5...6
— 10	1,5 + 3,5	6...8	6...8
— 15	4,5 + 3	8...10	8...10
— 20	—	—	10...12
— 25	—	—	12...15

Примечание. Конкретную дозировку добавок в указанных пределах устанавливает строительная лаборатория.

Бетон с противоморозными добавками к моменту его охлаждения до отрицательной температуры, на которую рассчитано примененное количество добавок, должен иметь прочность не менее: 30 % проектной при бетоне В15; 25 % — В22,5; 20 % — В30, т. е. соответственно не менее 6, 7,5, 8 МПа. Если указанные значения прочности оказываются ниже значений распалубочной прочности, то необходимо дополнительное выдерживание открытых поверхностей конструкций под укрытием до достижения распалубочной прочности (во избежание вымораживания влаги из бетона). Выдерживание «холодного» бетона без последующего прогрева (с укрытием открытых поверхностей) допускается при температуре бетона не ниже расчетной для принятой концентрации солей, добавляемых в бетонную смесь (см. табл. III.22). При максимально допустимой добавке хлористых солей и нитрита натрия холодный бетон можно выдерживать без обогрева при температуре до —15 °С, а при добавках поташа до —25 °С. При более низких температурах следует утеплять опалубку и укрытия, т. е. создать для

бетона условия термоса, либо сочетать выдерживание по методу термоса с паро- или электропрогревом.

Бетонная смесь с повышенным содержанием добавок солей может иметь при выходе из бетоносмесителя отрицательную температуру. Для приготовления смеси можно применять холодные материалы, не содержащие наледи, снега и смерзшихся комьев.

Бетонная смесь для холодного бетона может иметь по выходе из бетоносмесителя и положительную температуру. В этом случае во избежание чрезмерно быстрого схватывания смеси из-за большого количества добавок приготовление смеси ведут раздельным способом. Сначала перемешивают цемент, песок и щебень с 70 % воды затворения и лишь после этого добавляют остальную воду с растворенными в ней хлористыми солями требуемой концентрации. В момент укладки температура бетонной смеси должна превышать температуру замерзания раствора затворения не менее чем на 5°C.

Особенности бетонирования в условиях многолетнемерзлых грунтов

Производство бетонных работ в условиях многолетнемерзлых грунтов имеет много особенностей, поэтому его ведут по специально разработанному для данных конкретных условий проекту производства работ (ППР). В проекте, в частности, указывают предельную температуру бетонной смеси, которую надлежит укладывать на мерзлое основание, не допуская оттаивания мерзлоты. Во всех этих случаях температура бетонной смеси не должна превышать 10°C. Если же возникает необходимость укладывать (или выдерживать) бетонную смесь с более высокой температурой (например, при выдерживании бетона по способу термоса или при электропрогреве бетона), то между мерзлым грунтом основания и бетоном следует устраивать теплоизоляционную подушку из уплотненного и замороженного песка, на которую укладывают второй слой песка и гидроизоляции. Толщину теплоизоляции определяют в проекте.

Бетонирование следует вести враспор со стенками котлована. Для ускорения твердения рекомендуется применение ускорителей твердения и противоморозных добавок (ХК, ННХК, ХК+НН и др.). Добавки не должны вызывать размораживания грунта.

Обычно бетон с противоморозными добавками достигает проектной прочности в возрасте 180 суток. Если же по условиям производства требуется получить прочность бетона уже на 28-й день, то вместо бетона классов В12,5; В15; В22,5 применяют соответственно бетоны В20; В22,5; В30. Паропрогрев бетона в условиях многолетнемерзлых грунтов не допускается.

Контроль качества зимнего бетона

Контроль качества бетона при производстве работ в зимних условиях требует ряда дополнительных мероприятий помимо выполнения рекомендаций, приведенных в гл. 20.

Зимой ведут наблюдения за температурой подогрева воды и заполнителей, а также за температурой бетонной смеси; контролируют температурный режим твердеющего бетона и выполняют дополнительную проверку прочности контрольных образцов бетона.

Результаты наблюдений и проверки прочности образцов заносят в журнал бетонных работ. Данные о методах и сроках выдерживания бетона и другие сведения по тепловому режиму его выдерживания заносят в специальную ведомость контроля температур (прил. 2).

Температуру бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя необходимо замерять не реже чем через каждые 2 ч. Контроль температуры бетонной смеси при ее укладке выполняют измерением температуры смеси в каждой доставляемой на объект емкости при порционной подаче и не реже чем через каждые 30 мин при подаче бетонной смеси непрерывным транспортом. Периодичность контроля температуры уложенного бетона следующая:

при бетонировании по методу термоса — 2 раза в сутки до окончания выдерживания;

при паропрогреве в первые 8 ч — через 2 ч, в последующие 16 ч — через 4 ч, в остальное время прогрева и остывания — не реже 3 раз в сутки;

при электропрогреве в первые 3 ч — через каждый час, в остальное время прогрева — через каждые 2...3 ч.

Температура наружного воздуха или окружающей среды измеряют не реже 3 раз в сутки.

Для замера температуры в бетоне оставляют специальные скважины, закрываемые плотными утеплен-

ными пробками. Лучше всего вставлять в скважины металлические трубки, имеющие дно, куда наливают немного масла. Температуру замеряют техническими термометрами, опускаемыми в масло, которое принимает температуру бетона.

Все скважины наносят на схему сооружения и нумеруют. Во время измерения температуры бетона термометры изолируют от влияния температуры наружного воздуха и держат в скважине не менее 3 мин. Температуру бетона измеряют в местах наиболее неблагоприятного температурного режима: при термосном выдерживании — в скважинах глубиной 50...100 мм, которые устраивают в слоях бетона, прилегающих к опалубке, и в слоях, отстоящих от нее на расстояние 50...100 мм; при искусственном обогреве — в глубинных скважинах. В конструкциях с модулем поверхности менее 3 должны быть предусмотрены как поверхностные, так и глубинные скважины.

Широко применяют также дистанционные методы контроля температур при помощи термопар и термометров сопротивления.

При контроле прочности бетона, выдерживаемого при положительной температуре, в каждую серию помимо обязательных трех образцов должно быть включено дополнительно по шесть образцов, испытываемых в сроки, установленные в зависимости от условий производства работ. Три из шести дополнительных образцов следует испытывать в тот день, когда температура бетона в конструкции упадет до 1...2 °С, остальные три образца являются запасными и служат для получения дополнительных контрольных данных.

Дополнительные контрольные образцы выдерживают при температурном режиме, аналогичном режиму выдерживания бетона в конструкции. Если же это невозможно, то образцы выдерживают в нормальных условиях; при этом в результате испытаний образцов лаборатория вносит соответствующие поправки, используя для этого данные о твердении бетона при различных температурах.

В зимних условиях особое значение приобретают освидетельствование бетона в натуре и проверка качества бетона непосредственно в конструкции.

Если свежесложенный бетон случайно заморожен, то он требует особого ухода, целью которого является мак-

симальное восстановление прочности бетона. «Лечение» бетона состоит в постепенном его отогреве совместно с обильным увлажнением.

ГЛАВА 22. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА

Влияние сухого жаркого климата на технологию бетонных работ

Сухой жаркий климат отличается продолжительным знойным летом (более 100 дней в году), высокими дневными температурами (20...30 °С и выше) и низкой относительной влажностью (55...50 % и ниже). Его характеризуют сильный нагрев в течение дня открытых поверхностей почвы и возводимых конструкций вследствие интенсивной солнечной радиации; значительные перепады температуры и влажности в течение суток; наличие ветров (суховея), особенно в равнинных областях.

К районам с сухим жарким климатом в нашей стране относят Среднюю Азию, значительную часть Казахстана, южные области России и Украины.

Приведенные в этой главе рекомендации по производству бетонных работ следует учитывать и в других районах страны, характеризующихся в определенные периоды года сухой жаркой погодой с температурой выше 25 °С и относительной влажностью воздуха менее 50 %.

Жаркая сухая погода вызывает появление ряда факторов, которые существенно усложняют технологию бетонных работ, а именно:

повышенную температуру бетонной смеси, влекущую увеличение водопотребности для обеспечения ее отпускной подвижности и расхода цемента для получения требуемой прочности бетона;

быструю потерю бетонной смесью подвижности в процессе ее транспортирования или выдерживания до укладки вследствие ускоренного схватывания цемента и интенсивной потери воды затворения, приводящей к нарушению принятых условий транспортирования и укладки бетонной смеси, а также отделки поверхности конструкций;

интенсивное обезвоживание бетона и снижение вследствие этого его прочности на сжатие (до 50 % в месяч-

ном возрасте), долговечности, а также ухудшение других физико-механических свойств.

Скорость испарения воды из бетонной смеси и уложенного бетона в значительной степени зависит от температурно-влажностных характеристик наружной среды. Так, например, если при температуре воздуха 20°C, влажности 70% и скорости ветра около 5 м/с интенсивность испарения составит 0,3 кг/м², то в условиях жаркой сухой погоды при температуре 35°C, влажности 30% и той же скорости ветра интенсивность испарения возрастет до 1,2 кг/м², т. е. станет в четыре раза выше. Если же скорость ветра возрастет до 10 м/с, то интенсивность испарения повысится еще в два раза.

Очень важным фактором, характерным для процесса бетонирования в жаркую сухую погоду, является значительная пластическая (начальная) усадка бетона, приводящая к раннему растрескиванию бетонных и особенно железобетонных конструкций и сооружений, ухудшению физико-механических свойств бетона к резкому снижению его долговечности.

Пластическая усадка (на это надо обратить особое внимание) протекает на протяжении первых нескольких часов после укладки в период формирования структуры бетона и перехода его из пластического в полупластическое и полутвердое состояния. Основная причина этого явления — быстрое обезвоживание бетона вследствие испарения воды. Пластическая усадка бетона в жаркую и сухую погоду повышает в несколько раз последующую влажностную усадку затвердевшего бетона, имеющую место во всех бетонах, уложенных при любых климатических условиях.

Вследствие пластической усадки уложенный бетон испытывает неравномерные послойные усадочные деформации (изменения формы и размеров), в большой степени различающиеся по значению и скорости проявления. В результате в поверхностных слоях возникают растягивающие напряжения. Если они превосходят прочность бетона на растяжение, то возможно появление значительных по длине и ширине усадочных трещин (так называемых макротрещин). Трещины могут достигать в длину 1...1,5 м, глубину до 100...200 мм с шириной раскрытия до 3...4 мм и более.

Пластическая усадка особенно вредна для железобетонных конструкций. Армирование бетона создает стес-

ненные условия для протекания процесса усадки, что, естественно, усиливает степень растрескивания бетона. Усугублять растрескивание бетона могут также силы трения, возникающие, например, при сцеплении покрытий дорог или облицовок канала с основанием или земляным полотном, слоя штукатурки с поверхностью бетона и др.

Особенностью районов с жарким сухим климатом является значительный перепад между дневной и ночной температурами (присущий местностям с континентальным климатом), доходящий до 40°C и более. В ранние весенний и осенний периоды возможны почные заморозки, приводящие к замерзанию поверхностных слоев бетона. Происходящее при этом попеременно замерзание и оттаивание поверхности бетона еще более ухудшает условия выдерживания забетонированных конструкций.

Выбор материалов для бетона

Специфику сухого жаркого климата необходимо учитывать уже при выборе материалов и назначении состава бетона (в рамках настоящего пособия этот сложный вопрос не может быть всесторонне рассмотрен, поэтому здесь приведены лишь некоторые существенные положения).

При выборе цемента следует иметь в виду, что наиболее эффективными являются высокоактивные быстротвердеющие портландцементы. В целях снижения усадочных и температурных деформаций в твердеющем бетоне и экономного расходования цемента марка цемента (его активность) должна превышать заданный класс бетона не менее чем в полтора раза (при высоких классах бетона — на 25...30%). Бетоны на таких цементах имеют большую скорость начального твердения и меньшую способность к влаготдаче, чем при использовании обычных портландцементов. Это позволяет сократить сроки ухода за бетоном и, кроме того, уменьшить пластическую усадку бетона.

Широкое применение указанных портландцементов сдерживается их дефицитностью и высокой стоимостью. Поэтому в условиях сухого жаркого климата, как правило, более целесообразно введение в состав бетона химических добавок, которые повышают подвижность и удобоукладываемость бетонной смеси (пластифицирующие добавки) и ускоряют твердение бетона. Наиболее

эффективно применение так называемых «комплексных» добавок, где в качестве пластифицирующего компонента наиболее часто используют сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ), а в качестве ускорителя твердения бетона — нитрат кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, а также нитрит-нитрат хлорида кальция (ННХК). Поскольку добавки типа СДБ замедляют твердение бетона, их дозировка не должна выходить за пределы 0,1...0,3 % массы цемента. Можно рекомендовать следующие примерные композиции комплексных добавок, % массы цемента:

(0,1...0,3) СДБ + (1...2) ННХК;

(0,1...0,3) СДБ + (1...3) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Конечно, в реальных условиях производства могут быть применены и другие дозировки, а также иные виды добавок, назначаемые строительными лабораториями.

Приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси

В процессе приготовления бетонной смеси необходимо стремиться к тому, чтобы ее температура по выходе с бетонного завода была возможно более низкой. Уже при температуре бетонной смеси выше 25 °С могут возникнуть серьезные затруднения при ее укладке и уплотнении. Транспортирование бетонной смеси с температурой выше 35 °С категорически запрещено: такая смесь быстро загустевает и ее укладка становится невозможной.

Добиться снижения температуры бетонной смеси можно, применяя меры по охлаждению воды и крупного заполнителя.

Чтобы предотвратить нагревание воды в резервуарах и трубопроводах, последние защищают теплоизоляцией. В ряде случаев экономически целесообразно понижать температуру воды в специальных установках — емкостях, куда добавляют измельченный лед. Перемешивание такой воды с заполнителями в бетоносмесителе необходимо продолжать до полного таяния льда.

Заполнители, хранящиеся обычно в открытых штабелях, охлаждают путем испарения влаги с их поверхности. Для этого заполнители на складе смачивают водой, а затем при транспортировании в бункер бетонного

завода по конвейерам подштабельной галереи и наклонной эстакады обдувают потоком воздуха, нагнетаемого вентиляторами.

Продолжительность транспортирования бетонной смеси от места ее приготовления к месту укладки должна быть по возможности небольшой. Для этого прежде всего необходима хорошая подготовка и организация процесса транспортирования смеси, исключающая всякие задержки при ее доставке к месту укладки. Желательно применять эффективные методы, обеспечивающие требуемую подвижность бетонной смеси у места укладки. К ним прежде всего относят способ перевозки смеси в автобетоносмесителях с перемешиванием ее с водой в пути или у места укладки перед выгрузкой. Конечно, возможны и другие методы, отвечающие местным возможностям организации производства работ. Во всех случаях продолжительность транспортирования бетонной смеси с температурой 25 °С не должна превышать 30...50 мин, смеси с температурой 30 °С — 15...25 мин, выше 30° — 10...15 мин.

У места укладки бетонной смеси обязательно осуществляют контроль ее подвижности; при наличии каких-нибудь отклонений следует принять меры к улучшению условий транспортирования, а если необходимо, то и к коррективке состава бетона.

Температура бетонной смеси при укладке ее в обычные (каркасные) конструкции должна, как правило, не превышать 20...25 °С, а при укладке в массивы — 20 °С (эти требования не распространяют на предварительно разогретые смеси, в которых в силу быстрого твердения и набора прочности процесс пластической усадки проявляется слабо).

Перед началом укладки бетонной смеси защищают место укладки от солнечных лучей, устанавливая щиты или завесы, а также охлаждая опалубку и арматуру обрызгиванием холодной водой. Опалубка предпочтительна водонепроницаемая, не отсасывающая влаги из уложенного бетона; при использовании деревянной опалубки ее поддерживают во влажном состоянии. Укладку смеси следует организовать так, чтобы каждая очередная уложенная порция имела наименьшую открытую поверхность, которую после обработки (заглаживания) необходимо укрывать влагоемкими материалами. В тех случаях, когда на поверхности уложенного бетона воз-

никают трещины как результат быстрого обезвоживания и пластической усадки, следует не позднее чем через 1 ч после завершения укладки произвести повторное (поверхностное) вибрирование смеси, уничтожающее появившиеся трещины и предупреждающее появление новых. Эту работу можно выполнять только с разрешения руководства стройкой под наблюдением строительной лаборатории. При очень жаркой погоде (при температуре свыше 40 °С) целесообразно вести работу по бетонированию в конце второй смены и в ночное время, что позволит значительно улучшить условия бетонирования.

Уход за бетоном

Принципы начального ухода за бетоном в условиях сухого и жаркого климата заключаются в следующем:

Прежде всего необходимо блокировать деструктивные (т. е. разрушающие) явления, возникающие при развитии пластической усадки. Это можно сделать, только исключив процессы перемещения влаги в свежеложенном бетоне и ухода ее в окружающую среду, для чего должен быть организован соответствующий уход за твердеющим бетоном. При этом следует строго соблюдать указанные ниже два принципа:

уход за бетоном начинать немедленно, сразу же после укладки бетонной смеси и отделки (заглаживания) поверхности бетона;

в течение начального периода ухода не допускать непосредственного контакта твердеющего бетона с водой, так как соприкосновение холодной воды и нагретой поверхности бетона способствует возникновению температурных напряжений в бетоне и появлению трещин.

Начальный уход за бетоном осуществляют, как минимум, до момента приобретения бетоном прочности 0,5 МПа. Для предотвращения раннего растрескивания открытых поверхностей бетона следует немедленно защитить эти поверхности от испарения из них влаги и высыхания, т. е. полностью исключить процесс обезвоживания бетона.

Продолжительность начального ухода, составляющая обычно 4...8 ч, зависит от характера конструкций, погодных условий и других факторов и устанавливается строительными лабораториями в процессе производства

работ. Целесообразно проведение мероприятий, сокращающих этот срок за счет искусственного ускорения твердения бетона (подробнее этот вопрос, а также конкретные методы ухода за бетоном в условиях сухого и жаркого климата будут рассмотрены ниже). Здесь же следует отметить, что и все остальные процессы при производстве бетонных работ также имеют свои особенности, отражающие влияние климата на свойства и качества возводимого сооружения.

Уход за бетоном в течение всего периода возведения конструкций должен исключить потери влаги из свежеложенного бетона и обеспечить получение бетоном к определенному сроку заданной прочности (обычно — 70 % проектной). Наиболее простым и распространенным способом ухода за бетоном является его укрытие влагоемкими материалами (соломенными матами, рогожей, песком) так, чтобы они непосредственно соприкасались с поверхностью уложенного бетона. К сожалению, в большинстве случаев укладка, перекладка и поддержание этих материалов во влажном состоянии требуют значительных трудозатрат и их использование мало пригодно для выполнения больших объемов работ промышленными методами. Более эффективно применение влагонепроницаемых пленок (например, полиэтиленовой), а также (в тех случаях, когда это допустимо по санитарно-техническим и эстетическим соображениям) покрытие поверхности бетона пленкообразующими составами преимущественно светлых тонов. Такое покрытие особенно целесообразно для конструкций с большими открытыми поверхностями (дороги, подъезды, подстилающий слой под полы и полы промышленных цехов, площадки, аэродромы), а также в местах с недостатком воды.

Для устройства таких покрытий применяют стандартные пленкообразующие материалы (ПМ), а также лак-этиноль, битумные эмульсии, разжижаемые битумы и другие проверенные на практике материалы. Рекомендуется осветлять темные пленки после их формирования, например, водным раствором извести. Процесс нанесения пленок следует механизировать, используя для этой цели ручные насосы, пневматические опрыскиватели, а при значительных объемах работ — специальные машины с распылителями. Пленки после использования снимают только в вечернее время.

Основной уход за бетоном (после окончания периода начального ухода) во многих случаях целесообразно осуществлять, выдерживая открытые горизонтальные поверхности забетонированных конструкций под слоем воды 30...50 мм (метод покрывающих бассейнов). Бассейны создают с помощью системы бортов опалубки высотой на 60...80 мм выше уровня поверхности бетона. Для уменьшения испарения воды с поверхности бассейна полезно применять вещества, образующие на поверхности воды тонкий защитный слой (например, из отработанных масел). В покрывающих бассейнах применяют подогретую воду, имеющую температуру не ниже температуры уложенной бетонной смеси (иначе в бетоне могут возникнуть температурные напряжения).

После достижения бетоном заданной прочности целесообразно защитить поверхность бетона от быстрого высыхания, выдерживая их еще дополнительно 2...3 сут под покрытием без увлажнения.

В условиях сухого жаркого климата эффективно применение метода ускоренного твердения бетона, позволяющего, как правило, обойтись без последующего ухода за бетоном, снизить трудоемкость и интенсифицировать производство работ. Ускоренное твердение бетона значительно уменьшает возможность раннего растрескивания бетона, так как препятствует развитию пластической усадки. В результате повышаются качество и долговечность забетонированных конструкций.

Суть метода, таким образом, состоит в том, что бетон, быстро достигший некоторой критической прочности (относительно влагопотерь), в дальнейшем при воздействии на него сухой высокотемпературной окружающей среды и при отсутствии влажностного ухода не подвержен ощутимому замедлению роста его прочности.

В качестве тепловой обработки, обеспечивающей ускоренное твердение бетона, применяют: электропрогрев (сквозной и периферийный), контактный обогрев в греющей опалубке, предварительный разогрев бетонной смеси и другие ранее описанные способы.

Тепловую обработку целесообразно применять в первую очередь для конструкций средней и малой массивности, с большими открытыми поверхностями. При этом надо обязательно принимать меры по предотвращению потерь влаги из бетона в процессе тепловой обработки, укрывая открытые поверхности бетона. Электропрогрев

рекомендуется выполнять в мягком режиме со скоростью подъема температуры не выше 20 °С/ч. Продолжительность прогрева в обычную жаркую погоду составляет 4...8 ч, после чего ток отключают, а бетон продолжает твердеть в опалубке до приобретения им требуемой прочности.

Дополнительные затраты на применение методов тепловой обработки уложенного бетона для ускорения его твердения окупаются за счет снижения трудовых и материальных затрат по уходу за бетоном и повышения темпов и качества строительства.

ГЛАВА 23. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ РАБОТ

Приготовление и транспортирование бетонной смеси

Территория бетонного завода или смесительной установки должна содержаться в чистоте, иметь асфальтовое покрытие, ровную поверхность без рытин и ям, надлежащее электрическое освещение. Для внутреннего осмотра оборудования используют ручные лампы с напряжением 12 В. В соответствии с правилами техники безопасности устраивают проходы, проезды, лестницы, эстакады. Проходы необходимо оградить.

Применительно к конкретной технологии на заводе (или установке) составляют инструкцию по технике безопасности при эксплуатации моторов, электроосвещения, вентиляционных систем (обеспыливание) и пароснабжения, с которой знакомят всех работников.

При обслуживании оборудования несколькими операторами между ними устанавливают связь с помощью световых или звуковых сигналов соответствующих рабочих мест вывешивают инструкции о порядке пуска и остановки двигателей и плакаты с обозначением сигналов. Выключатели сигналов располагают непосредственно у рабочих мест.

Если бетонная смесь при выгрузке недостаточно быстро вытекает из барабана (чаши) смесителя, то недопустимо помогать на ходу какими-либо приспособлениями (в этом случае надо временно остановить смеситель). Во время вращения барабана запрещено касаться его руками.

Нельзя выполнять очистку барабанов и чаш смесительных машин с помощью лопат и других ручных инструментов во время их вращения. Следует остановить машину и отключить ее от сети со снятием предохранителей и запираанием пускового устройства на замок.

Пребывание рабочих под поднятым и незакрепленным загрузочным ковшом смесителей запрещено. Очистку ковша можно вести только после надежного его закрепления в поднятом положении.

Приготовление в зимних условиях бетонных смесей с химическими добавками осуществляют с соблюдением специальных мер предосторожности. На емкостях, в которых готовят, хранят или переносят водный раствор нитрита натрия, должна быть надпись: «Яд — не пить!». Цистерны с нитритом натрия герметически закрывают и запирают на замок.

Устройства для подогрева воды и заполнителей паром в зимнее время и методы их эксплуатации должны отвечать требованиям техники безопасности для систем пароснабжения.

Спуск для ремонтных или иных нужд внутрь бункеров, обогреваемых с помощью острого пара, допустим лишь после полного их охлаждения и при отсутствии в них материалов. Трубопроводы для пара и горячей воды во избежание ожогов рабочих располагают не ниже 2,5 м от уровня пола.

При транспортировании бетонной смеси автобетоновозами и автомобилями-самосвалами недопустимо: находиться в кузове автомобиля-самосвала при его загрузке; не подъезжать к бровке его ближе чем на 1 м при разгрузке бетонной смеси в котлован; разгружать кузов автомобиля-самосвала на ходу (в тех случаях, когда это целесообразно по условиям технологии производства, операцию выполняют при медленном движении автомобиля под наблюдением бригадира или мастера). Наиболее целесообразно применение специальных бетоновозов, разгружаемых через откидной лоток. Эстакады и мосты оборудуют брусьями и ограждениями; между ними оставляют проход не менее 0,6 м. Тупиковые эстакады снабжают поперечными отбойными брусьями. Скорость движения автотранспорта не должна превышать 3 км/ч.

Электропровода на ленточных конвейерах заключают в резиновые рукава; раму конвейера заземляют.

Очистку ленты, роликов и других частей конвейера выполняют только во время его остановки.

Для перехода через конвейеры, расположенные в рабочей зоне, устраивают мостики с перилами.

Машинист шахтного подъемника должен видеть места загрузки смесью вниз и разгрузки вверх. Если это требование невыполнимо, применяют систему сигнализации (звонок, телефон и др.) и устанавливают точный порядок обмена сигналами.

Такелажное оборудование кранов, подъемников и тара необходимо до начала работ испытать в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

При подаче бетонной смеси кранами бадьи закрепляют так, чтобы случаи их произвольной разгрузки были полностью исключены. В момент выгрузки смеси расстояние от низа бадьи до поверхности, на которую производят выгрузку, не должно превышать 1 м.

При подаче бетонной смеси бетононасосом необходимо до начала работ испытать его при гидравлическом давлении, превышающем в 1,5 раза рабочее давление. Бетононасос следует связать сигнализацией с местом укладки бетонной смеси.

Во время работы бетононасоса запрещено шуровать смесь в горловине приемного бункера насоса.

Очищают бетоновод, как правило, водой. Сжатый воздух разрешено применять только в тех случаях, когда очистка водой вызывает особые затруднения в выполнении работ (например, в зимних условиях).

Бетоновод очищают при давлении воздуха не выше 1,5 МПа. После его очистки на половину длины давление воздуха постепенно понижают. Последние 1...2 звена очищают при давлении, близком к атмосферному. У выходного отверстия бетоновода устанавливают наклонный козырек, причем рабочие не должны находиться ближе 10 м от выходного отверстия бетоновода.

При транспортировании бетонной смеси ручными тележками (на мелких работах) катальные ходы систематически очищают от бетона, грязи, а зимой — от снега и льда.

Катальные щиты и доски шириной не менее 200 мм следует укладывать без порогов. При прокладке катальных ходов на высоте (над землей) ширину их принимают не менее 1,2 м. Катальные ходы и эстакады для транспортирования бетонной смеси ограждают с обеих

сторон перилами высотой 1 м с бортовой доской высотой не менее 150 мм.

При опускании бетонной смеси по лоткам, звеньевым хоботам и виброхоботам загрузочные воронки, а также звенья хоботов и виброхоботов надежно прикрепляют к подмостям, опалубке или арматуре и хорошо соединяют между собой во избежание обрыва их при загрузке бетонной смесью.

Для предотвращения падения смеси мимо загрузочной воронки в уровне воронки делают сплошной настил, окружающий ее со всех сторон, или устанавливают защитные козырьки.

При укладке бетонной смеси на высоте более 3 м при отсутствии ограждений (например, при исправлении дефектов бетонирования и т. д.) бетонщик обязательно закрепляется за конструкции предохранительным поясом. Места для закрепления пояса определяет технический персонал. Предохранительные пояса должны иметь соответствующие бирки; при их отсутствии пояса необходимо испытать на прочность.

Работу по бетонированию с наружных лесов нельзя выполнять при сильном ветре (скорость 11...12 м/с), во время грозы, а также при наступлении темноты, если рабочее место недостаточно освещено.

При бетонировании сооружений в подвижных формах отверстия в рабочем полу обязательно ограждают перилами.

Уплотнение бетонной смеси вибраторами

Работать с электровибраторами бетонщик должен только в исправных резиновых сапогах и перчатках.

Провода от распределительного щитка к вибраторам заключают в резиновые рукава; корпус вибратора на месте работы обязательно заземляют. Чтобы сделать работу безопасной, вибраторы питают током низкого напряжения — 36...42 В.

Ежедневно по окончании работы вибраторы очищают от бетонной смеси и грязи, протирают досуха и сдают на склад; обмывать вибратор водой запрещено.

Ремонт вибраторов и подводящей электросети, подсоединение, разъединение и ремонт проводов выполняет только специалист.

Для включения электровибраторов применяют уст-

ройства закрытого типа; использование штепсельных розеток недопустимо. Электрические рубильники снабжают защитными кожухами и заключают в ящики, запирающиеся на замок. Металлические ящики заземляют и предохраняют от попадания в них дождевой воды.

Работать с вибраторами можно только с устойчивых подмостей, настилов, опалубки и т. п., а также с переставных лестниц-стремян и подвесных подмостей; работать с приставных лестниц запрещено.

При переходе с электровибратором с одного места на другое, а также при каждом кратковременном перерыве в работе вибратор нужно обязательно выключать. Нельзя перемещать вибратор подтягиванием за питающий провод.

Бетонные работы в зимних условиях

Проходы, стремянки, катальные ходы, проезды необходимо регулярно очищать от снега и льда и посыпать песком или золой.

При паропрогреве бетона тщательно изолируют весь паропровод, вентили и краны во избежание ожогов рабочих. В паровых «рубашках» не допускают наличия щелей или отверстий, пропускающих пар. Давление пара в месте выхода из паропровода не должно превышать 0,05 МПа.

При электропрогреве армированных конструкций напряжение на электродах не должно превышать 127 В. В отдельных случаях напряжение может быть повышено до 220 В при наличии специального проекта производства работ для отдельно стоящих конструкций, не связанных общим армированием с соседними участками, где в это время могут производить работы.

Электропрогрев при напряжении свыше 127 В можно вести лишь при наличии надежного ограждения, установленного не ближе 3 м от прогреваемого участка, с системой блокировки, световой и звуковой сигнализацией и при заземлении нейтрали трансформатора. Установка предупредительных плакатов и специальный инструктаж персонала и рабочих являются обязательными.

Электродный прогрев неармированных конструкций и прогрев железобетона внешними электронагревателями (включая греющую опалубку) выполняют (в соответствии с ППР) при напряжении до 380 В, если при

этом исключена возможность короткого замыкания на арматуру.

В зонах, где наряду с электропрогревом приходится одновременно выполнять другие работы, электропрогрев ведут при напряжении не выше 60 В. При этом все работы следует выполнять лишь в проверенных диэлектрических (резиновых) перчатках и галошах при помощи инструментов с изолированными рукоятками.

В сырую погоду (при относительной влажности воздуха 90 % и выше) и во время оттепелей электропрогрев бетона на открытом воздухе необходимо прекратить.

Ходьба и перевозка бетонной смеси по включенным в электросеть электропечам и панелям запрещены; для этих целей устраивают специальные ходы и подмости.

Замена плавких вставок предохранителей под напряжением недопустима.

Наличие напряжения в сети, на электродах, нагревательных приборах и т. п. проверяют исключительно токоискателями, амперметрами, вольтметрами, переносными электролампами.

Нельзя прикасаться при включенном токе одновременно к арматуре и электроду, к двум электродам и особенно к двум электродам разных фаз или к электроду и опалубке.

Измерение температуры бетона, находящегося под напряжением, выполняют в резиновых (диэлектрических) галошах (или ботах) и перчатках. При этом работают только одной рукой, держа вторую руку свободной.

Поливку бетона выполняют только при снятом напряжении.

Участки, на которых ведут работы по электропрогреву, во избежание доступа посторонних лиц необходимо надежно ограждать с установкой предупредительных надписей, а в ночное время — хорошо освещать. На всех участках электропрогрева, находящихся под напряжением, ведет круглосуточное дежурство электромонтажник.

Открытую арматуру, связанную с участком, где происходит электропрогрев монолитных конструкций, во избежание несчастных случаев надежно заземляют.

При использовании добавок следует иметь в виду, что к работам по применению хлорированных растворов

допускают только рабочих, прошедших медицинское освидетельствование. Рабочим моложе 18 лет эти работы выполнять не разрешено.

Хлористый кальций очень опасен для кожи лица и рук. Его можно применять только в виде водного раствора, который необходимо брать черпаками на длинной рукоятке. Рабочие должны работать в спецодежде и иметь защитные очки, рукавицы и респираторы.

В помещениях для приготовления растворов добавок необходимо обеспечить хорошее проветривание или вентиляцию.

Все работы, связанные с химическими добавками, ведут под непосредственным постоянным наблюдением технического персонала.

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ГЛАВА 24. БЕТОНИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ

Бетонирование фундаментов и массивов

При бетонировании фундаментов и массивов бетонную смесь доставляют преимущественно автобетоновозами, автобетоносмесителями или автомобилями-самосвалами. Применяя бетоноукладчики и краны для подачи смеси на место бетонирования, их одновременно используют для распределения смеси по площади бетонированной конструкции. Бадьи с бетонной смесью обычно выгружают на высоте 0,5...0,7 м от уровня укладываемого слоя. В остальных случаях, если глубина спуска бетонной смеси превышает 1 м, как правило, используют звеньевые хоботы. Вместе с тем возможно прямое сбрасывание бетонной смеси в котлован (с его бровки или эстакады) на высоту до 3 м, если при этом соблюдены следующие условия:

смесь падает вертикально сплошной массой, не разбрызгиваясь;

ведется систематический контроль за однородностью смеси и отсутствием ее расслоения.

При правильной организации бетонных работ задача бетонщика сводится лишь к разравниванию бетонной смеси и уплотнению ее вибраторами (в основном с жесткой штангой). Бетонирование выполняют слоями толщиной 300...500 мм.

Верхний слой уплотняют площадочными вибраторами. Использовать площадочные вибраторы для уплотнения смеси в промежуточных слоях нельзя, так как при этом массив бетона получит неоднородное, слоистое строение.

При уплотнении смеси в больших массивах применяют специальные вибраторы большой мощности, а также пакеты вибраторов, смонтированные на общей раме и переставляемые кранами. При густой арматуре используют также вибраторы с гибким валом.

Уплотнение бетонной смеси для фундаментных плит толщиной до 250 мм с одиночной арматурой выполняют поверхностными вибраторами. Фундаментные плиты с двойной арматурой и плиты толщиной 250 мм и более уплотняют внутренними вибраторами. Основное требование при назначении толщины одновременно укладываемого слоя и площади захватки является соблюдение предельной продолжительности перекрытия слоев, при которой может быть осуществлена монолитность конструкции без обработки горизонтальных рабочих швов. Обычно этот срок составляет около 2 ч (зависит от наружной температуры); его уточняет технический персонал совместно со строительной лабораторией. В тех случаях, когда срок перекрытия слоев при горизонтальной укладке выдержать не удастся, зачастую переходят на систему ступенчатой укладки, увязав объем ступеней с характером армирования. Иногда массивный фундамент необходимо бетонировать без перерыва (например, так называемый «пень» — фундамент под доменную печь). В этих случаях обычно по площади фундамента заранее устраивают систему эстакад, по которым смесь доставляют автотранспортом и с помощью виброжелобов, лотков и хоботов равномерно распределяют по телу фундамента.

При бетонировании массивов в зимних условиях или в сухом жарком климате дополнительно соблюдают условия, приведенные в главах 21 и 22.

При возведении подземных конструкций в грунтах, насыщенных водой или при сильном притоке грунтовых вод, препятствующих устройству котлована и созданию «сухих» условий для укладки бетонной смеси, применяют метод «стена в грунте». Метод заключается в устройстве траншей по размеру ширины стены (подпорной стены, ленточного фундамента и др.) с одновременным заполнением ее глинистым, так называемым бентонитовым раствором и последующим бетонированием.

Устойчивость стенок траншеи при разработке обеспечивают заливаемым в нее глинистым раствором, давление которого превышает давление грунтовых вод и препятствует их притоку в траншею и размыванию стенок. Раствор готовят в специальных смесителях стационарного или передвижного типа (на автомобильном ходу). Раствор можно использовать многократно, периодически восстанавливая его свойства. Бетонирование ведут сильной пластичной (литой) смесью с осадкой конуса 18...20 см (класс бетона не ниже В22, 5). Для обеспечения высокого качества бетона смесь готовят с применением суперпластификаторов на местной бетоносмесительной установке или же в автобетоносмесителе, доставившем сухую смесь.

Работы ведут в следующем порядке.

По оси конструкции разрабатывают пионерную траншею на высоту ковша экскаватора. Ширина траншеи должна быть на 500...600 мм больше проектной ширины конструкции. На равном расстоянии от оси траншеи устанавливают инвентарную опалубку так, чтобы расстояние между рабочими поверхностями щитов опалубки было на 50...60 мм больше ширины ковша экскаватора. Затем бетонировать «воротник» траншеи на полную ее высоту. Бетонные стенки препятствуют обрушению грунта, являются направляющими для экскаватора и служат упорами при установке армокаркаса. После набора бетоном необходимой прочности выполняют распалубливание. Дальнейшую разработку траншеи ведут под глинистым раствором, который постепенно добавляют по мере углубления траншеи так, чтобы его уровень был на 200...300 мм выше низа «воротника» траншеи. Бетонирование траншеи выполняют обычно при помощи бетононасосов отдельными захватками длиной не более 4...5 м (длину захватки определяют в проекте производства работ).

Бетонирование подстилающего слоя под полы и покрытия полов

Бетонную смесь в подстилающий слой (подготовку) и покрытие пола укладывают полосами шириной 3...4 м (рис. IV.1), отделенными друг от друга маячными досками. Длину полос назначают по возможности большей. Маячные доски укрепляют на месте с помощью кольев, вбитых в землю, так, чтобы верхняя грань доски находилась на уровне поверхности подстилающего слоя. Полосы бетонируют через одну, начиная от наиболее удаленной от проезда части с постепенным приближением к нему. Промежуточные полосы бетонируют после затвердения бетона полос, уложенных между маячными досками.

В бетонном подстилающем слое устраивают продольные деформационные швы (полушвы), которые разбивают полосу бетонирования на отдельные плиты размером (6×9)... (9×12) м (рис. IV.2). Боковые грани плит, образующих продольный деформационный шов, перед укладкой между ними бетонной смеси обмазывают горячим битумом слоем 1,5...2 мм.

Ложный деформационный шов образуют металлической полосой (шириной 80...100 мм и толщиной 4...6 мм), заглубляемой в бетонный подстилающий слой на $\frac{1}{3}$ его толщины. Полосу оставляют в бетоне на 20...40 мин, после чего ее осторожно извлекают; образовавшийся паз после окончательного затвердения бетона тщательно очищают и заливают битумом или цементным раствором.

Бетонную смесь, подвозимую автобетоновозами, автобетономесителями или автомобилями-самосвалами задним ходом, распределяют по площади полосы и разравнивают: при больших объемах работ — бетоноукладочными машинами (дорожными и специальными), в остальных случаях — используя средства малой механизации.

В системе Главмосстроя для этой цели применяют разравниватель бетонной смеси на базе экскаватора Э-153 (рис. IV.3). К стреле экскаватора подвешивают фигурную деталь с направляющей балкой, вдоль которой вперед и назад перемещается каретка с разравнивающей рамкой. Внутри рамки размещен двухчелюстной (закрываемый и открываемый гидроцилиндром),

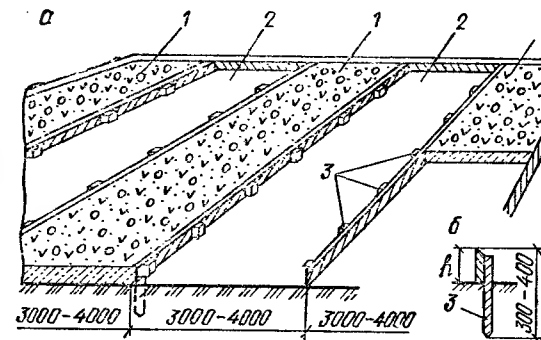


Рис. IV.1. Схема бетонирования подстилающего слоя под пол
а — схема бетонирования; б — деталь крепления маячных досок; 1 — первая очередь; 2 — вторая очередь; 3 — колья, расположенные через 1...1,5 м; h — толщина бетонируемого слоя



Рис. IV.2. Расположение швов при бетонировании подстилающего слоя под полы

I...V — полосы бетонирования (в порядке очередности укладки бетонной смеси); 1...15 — очередность бетонирования отдельных плит

ковш, который предварительно распределяет бетонную смесь по подстилающему слою. Разравниватель устанавливают рядом с бетонируемой полосой и перемещают вдоль нее. При необходимости направляющую балку с помощью другого гидроцилиндра устанавливают в горизонтальное положение или под заданным углом. Бетоноразравниватель распределяет выгруженную на основание бетонируемой полосы бетонную смесь, а затем возвратно-поступательным движением каретки разравнивает ее.

Бетонную смесь уплотняют электровиброрейками, передвигаемыми по маячным доскам, а в небольших по-

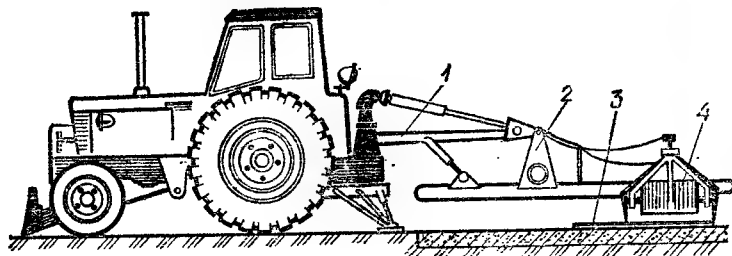


Рис. IV.3. Разравниватель бетонной смеси (на базе экскаватора Э-153)
1 — стрела экскаватора; 2 — навесная деталь с направляющей балкой; 3 — разравнивающая рамка; 4 — двухчелюстной ковш для подачи бетонной смеси

VI.1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРАВИВАТЕЛЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ НА БАЗЕ ЭКСКАВАТОРА Э-153

Производительность, м ³ /ч	15
Фронт работы, м:	
в длину	3,2
в ширину	4
Размер разравнивающей рамы, мм	1600×2000
Рабочий ход рамы, мм	600
Угол поворота стрелы в горизонтальном положении плоскости, град	60
Вместимость ковша, л	70
Масса навесного оборудования, кг	780

мещениях (площадью менее 100 м²) — поверхностными вибраторами.

При бетонировании покрытия пола каждый провигрированный участок перекрывают электровиброрейкой на половину ее ширины; при бетонировании подстилающего слоя — на 150 мм.

Если бетонный пол устраивают сразу в два слоя (подстилающий слой и чистый пол), то нижний слой уплотняют виброрейкой, установленной наискось между маячными досками (верх маячных досок отвечает уровню верха чистого пола). Для лучшей связи слоев верхний слой укладывают не позднее, чем через 2 ч после окончания укладки нижнего слоя, уплотняя его виброрейками, перемещаемыми по маячным доскам. Цементное молоко, выступившее при уплотнении бетонной смеси на поверхность подстилающего слоя или покрытия, удаляют легким скребком с резиновой лентой (рис. IV.4).

Через некоторое время поверхность чистого бетонного пола затирают затирочной машиной дискового или лопастного типа.

Дисковая затирочная машина предназначена для

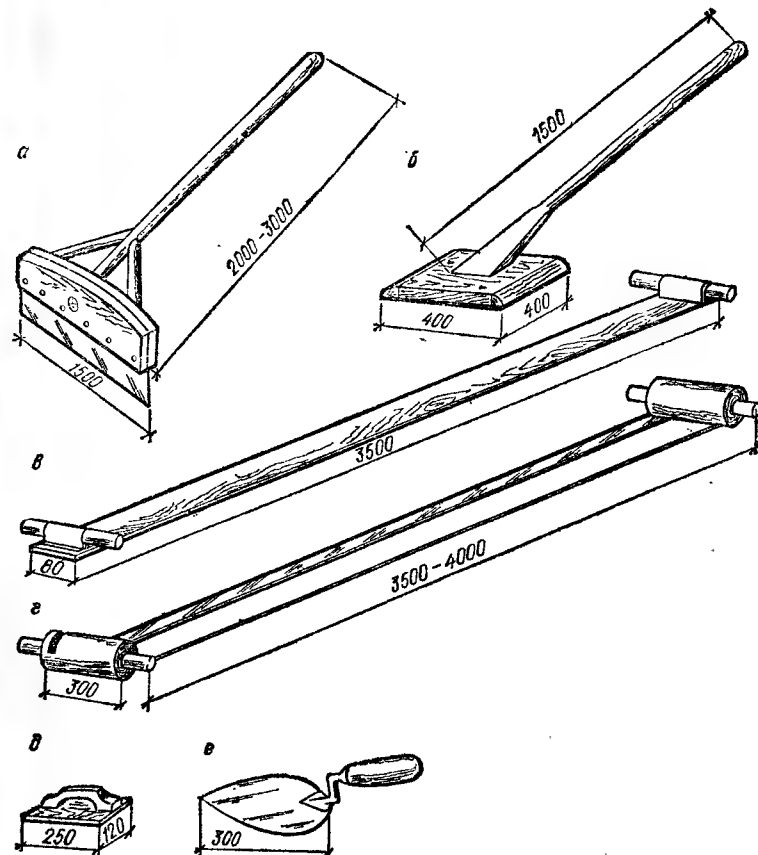


Рис. IV.4. Ручной инструмент для заглаживания поверхности бетона
а — скребок с резиновой лентой для удаления цементного молока; б — гладилка; в — гладильная доска; г — резиновая лента (полотенце); д — полутерок; е — кельма

грубого, чернового, заглаживания бетонного пола, устраиваемого с применением жестких бетонных смесей, а лопастная — для окончательной, чистовой, обработки поверхности. Целесообразно снабжать лопастные машины двумя комплектами лопастей: широкими — для зачистки и узкими — для железнения бетонных поверхностей. Практически можно начинать заглаживать поверхность дисковой машиной после того, как глубина следа от ноги человека на поверхности бетона будет не более 1...1,5 мм. Дисковая машина помимо выравни-

вания и заглаживания поверхности одновременно уплотняет слой бетона на глубину до 50 мм.

Параметры дисковой машины СО-100: производительность 40 м³/ч, диаметр диска 600 мм, габарит 1,5×1×1 м; масса 110 кг.

Лопастная машина имеет три затирочных лопасти, расположенные по кругу под углом 120° друг к другу. Перед началом работы лопасти машины устанавливают под рабочим углом 5°...10° к горизонту. В этих пределах угол наклона регулируют в зависимости от твердости поверхности: чем поверхность тверже, тем угол наклона к горизонту больше. Правильность установки лопастей проверяют пробной обработкой поверхности бетона.

Параметры лопастной машины СО-135: производительность — 100 м³/ч; ширина обрабатываемой полосы — 800 мм; масса — 55 кг. Промышленность выпускает также машину ОМ-700 производительностью до 150 м³/ч с массой 51 кг. Перед заглаживанием полезна предварительная обработка поверхности решетчатым валиком (конструкции ЦНИИОМТП). Валики могут быть одинарными и двойными.

При малых объемах работ окончательную отделку поверхности бетонного пола выполняют брезентовой прорезиненной лентой («полотенцем») шириной 300...400 мм, концы которой прикреплены к валикам, служащим ручками. Длину ленты делают на 1...1,5 м больше ширины бетонируемой полосы. Рабочие с лентой идут позади бетонщиков, заглаживая бетон, уложенный примерно на 30 мин ранее. К этому времени на поверхности бетона выступает тонкая пленка воды, которую сгоняют, затирая поверхность легкими продольными и поперечными движениями ленты. Продвигаясь таким образом вдоль фронта работ, рабочие через 15...20 мин вновь возвращаются к заглаживаемому слою и окончательно выравнивают поверхность более короткими движениями ленты. Примерно через полчаса после этого бетон обрабатывают с перекидного мостика металлическим полутерком, обнажая зерна щебня, что создает хорошее сопротивление поверхности бетона истиранию.

Если высокой прочности на истирание не требуется, то по бетонной подготовке устраивают цементный пол из слоя цементного раствора, приготовленного на крупном песке. Для придания бетону повышенной плотности

применяют железнение его поверхности: механическое — при помощи лопастной затирочной машины или ручное — стальными кельмами.

Железнение заключается во втирании стальным инструментом сухого, тщательно просеянного цемента в поверхность только что схватившегося бетона до появления на нем ровного блеска. Цемент насыпают ровным, очень тонким слоем, после чего его с силой растирают. Если поверхность бетона сухая, ее перед посыпкой цемента смачивают водой до насыщения.

При устройстве монолитных бетонных покрытий полов существенного повышения качества и экономического эффекта можно достичь, применяя метод вакуумирования бетона, т. е. отсасывание из тела бетона с помощью вакуум-насоса избыточной воды затвердения. Для этого по окончании виброуплотнения бетонной смеси на поверхность бетона укладывают отсасывающие маты (фильтры), соединенные с вакуум-насосом. При разрежении (создании вакуума), составляющем 60...70%, из бетона удаляют около 20% содержащейся в нем воды, что снижает водоцементное отношение и повышает прочность, износостойкость и другие качества бетона. Одновременно происходит дополнительное уплотнение бетонной смеси, так как вследствие разрежения в системе маты — бетон на нее сверху действует нагрузка, равная разности атмосферного давления и давления в бетоне, достигающая 70...80 кН/м². Продолжительность вакуумирования зависит от подвижности бетонной смеси и составляет 1...2 мин на 10 мм толщины слоя уложенного бетона. Отсасывающие маты необходимо регулярно промывать, не реже одного раза в смену. При вакуумировании необязательно применение жестких смесей с малой осадкой конуса; можно применять пластичные смеси подвижностью 8...10 см. Нормокомплект машин и оборудования для бригады включает виброрейку, вакуум-насос с рукавами, всасывающие маты, заглаживающую машину и вспомогательный инструмент и приспособления.

Бетонирование стен в разборно-переставной опалубке

Стены и перегородки бетонируют участками на высоту не более 3 м. Бетонная смесь на глубину более 3 м подают через звеньевые хоботы. При наличии балок или

перекрытий, примыкающих к стенам, бетонирование ведут на высоту, равную расстоянию между этими оалками или перекрытиями (но не более 3 м).

При большей высоте участков стен и перегородок, бетонируемых без рабочих швов, необходимо устраивать перерывы для осадки бетонной смеси (иначе в этом уровне в бетоне стены образуется осадочная трещина). Продолжительность перерыва должна быть не менее 40 мин, но не превышать 2 ч, иначе в этом уровне образуется рабочий шов.

Для того чтобы в нижней части бетонируемого яруса стены не образовалась (при сбрасывании бетонной смеси с высоты) гравелистая прослойка, полезно при возобновлении бетонирования сначала уложить на толщину 100...200 мм слой цементного раствора состава 1:2 или 1:3, а затем уже продолжать укладку бетонной смеси. При этом часть гравия (щебня) втопится в слой раствора и в результате уложенный бетон будет однородным по всей высоте бетонируемой конструкции.

Стены тонкие, а также с густой арматурой, где применение хоботов невозможно, разрешено бетонировать ярусами высотой до 2 м; при этом опалубку с одной стороны возводят сразу на всю высоту и на ней укрепляют арматуру. Вторую сторону опалубки возводят постепенно, всякий раз на высоту одного яруса по окончании бетонирования предыдущего яруса.

Бетонную смесь в стенах и перегородках уплотняют вибраторами с гибким валом (с малым вибронаконечником диаметром 51 мм). В стенах толщиной более 200 мм бетонную смесь можно уплотнять и вибраторами с жесткой штангой.

Стены резервуаров для хранения жидкостей следует бетонировать без перерыва. Бетонную смесь укладывают слоями высотой не более 0,8 длины рабочей части вибратора. Стыки стенок и днища резервуара выполняют в местах, предусмотренных проектом.

Бетонирование стен в скользящей опалубке

Порядок бетонирования стен в скользящей опалубке следующий. Опалубочные формы, установленные на фундаменте сооружения, наполняют бетонной смесью в течение 2,5...3,5 ч на половину их высоты (на 600 мм) и после некоторого перерыва выполняют пробное под-

нятие форм на 10...20 мм, чтобы убедиться, что бетонная смесь не вытекает из-под них. На это обстоятельство следует обратить особое внимание, так как утечка смеси или «молока» резко снижает качество бетона у самого низа стены. Чтобы избежать вытекания смеси через щель между опалубкой и верхом площадки, на которую она опирается, на опорной площадке фундамента (или подвального перекрытия, или цокольного этажа) монтируют перед укладкой первых порций бетонной смеси легкие нащельники из кровельной стали или фанеры, либо тканую металлическую сетку, прикрепляемую к низу арматуры. Иногда бетонируют в стационарной опалубке на высоту 100...120 мм кольцо, которое служит как бы нижним слоем бетона для подвижных форм. Дальше ведут нормальный непрерывный подъем опалубки с укладкой бетонной смеси равномерными слоями высотой не более 200 мм в тонких стенах и 250 мм в остальных конструкциях. Целесообразно укладывать бетонную смесь слоями предельно допустимой толщины. В процессе бетонирования верхний уровень бетонной смеси должен быть всегда ниже верха опалубки на 50 мм.

Бетонную смесь уплотняют стержневым вибратором с гибким валом. Диаметр наконечника вибратора равен 25 мм при толщине стены 200 мм и 50 мм при большей толщине стены. Чтобы не повредить нижележащие твердеющие слои бетона, стержень вибратора не следует упирать в опалубку или арматуру.

Темп укладки бетонной смеси должен соответствовать наиболее выгодной рабочей скорости подъема форм, при которой бетон, освобождающийся от опалубки, будет твердым на ощупь, но следы от щитов опалубки можно легко заглаживать.

Укладку бетонной смеси следует вести, как правило, непрерывно: интервалы между подъемами опалубки не должны превышать 8 мин. При необходимости устройства длительного перерыва формы заполняют до верха, выравнивая верхний слой бетона по всему контуру форм на одном уровне. Перед возобновлением бетонирования поверхность ранее уложенного бетона должна быть обработана.

По окончании бетонирования необходимо продолжать подъем форм до конца схватывания цемента в верхнем слое бетона и появления между бетоном и

стенками опалубки различного на глаз зазора. Формы следует поднимать с небольшой скоростью с тем, чтобы к концу подъема превышение верхней кромки опалубки над бетоном было не более 400 мм.

В ряде случаев можно применять более простое мероприятие против сцепления уложенного бетона с опалубкой — периодический подъем и опускание опалубки в пределах одного шага — так называемый «шаг на месте».

Поверхность стен, бетонируемых в подвижной опалубке, следует затирать немедленно по выходе бетона из форм, а отделку на данном уровне выполнять не позднее чем через 4...5 ч после поднятия форм со специальных подмостей, подвешенных к формам. Бетон затирают стальными терками без добавления раствора, лишь слегка смачивая водой с помощью кисти. Одновременно заделывают раковины и исправляют дефекты бетонирования.

При производстве бетонных работ в скользящей опалубке необходимо постоянно иметь в виду, что бетонная смесь в подвижных формах имеет в различных слоях по высоте разные свойства. Верхний слой свежеложенной смеси плотно прилегает к опалубке, его пристенная часть плотно с ней сцеплена и для преодоления силы сцепления при подъеме требуется механическое усилие, осуществляемое домкратами. Непосредственно у опалубки пристенный слой представляет собой пленку с пузырьками воздуха. Во втором, среднем слое, уложенном 2...4 ч назад, контакты между опалубкой и бетонной смесью уже нарушены вследствие схватывания цементного теста, приводящего к некоторому уменьшению объема, и возникновения у смеси упругопластических свойств. Однако под давлением верхнего слоя смесь «раздается» вширь и возникают силы сухого трения между бетоном и опалубкой, преодолеваемые механизмом подъема опалубки.

В нижнем (третьем) слое уже заметен зазор между опалубкой и бетоном, обусловленный «конусностью» опалубки. «Молодой» бетон постепенно твердеет. Освобожденный от форм четвертый слой способен воспринимать нагрузку от вышележащего веса бетона и требует ухода, соблюдения влажностного и температурного режима; его прочность на сжатие составляет обычно всего 0,4...0,8 МПа.

В процессе подъема опалубки необходимо тщательно следить за соблюдением проектной толщины защитного слоя арматуры (обычно 25 мм), не допуская попадания в этот слой крупных фракций заполнителя, приводящих подчас к «срывам» бетона при подъеме. Подвижность бетонной смеси должна быть не выше 12 см. Целесообразно применение в составе бетона пластифицирующих добавок.

Бетонирование каркасных конструкций

Каркасные конструкции состоят из колонн, прогонов, балок и плит (при безбалочных перекрытиях — из колонн, капителей и плит). Колонны бетонируют обычно ярусами, а балки и плиты — после бетонирования поддерживающих колонн с перерывом в 1...2 ч для того, чтобы бетон получил необходимую осадку.

Если балки и прогоны имеют густую арматуру, не позволяющую бетонировать колонны сверху, бетонирование последних разрешено выполнять до установки арматуры примыкающих балок. СНиП допускает бетонирование сверху колонн высотой не более 5 м и с поперечными размерами не менее 400×400 мм и не более 800×800 мм, если они имеют хомуты, охватывающие арматурный каркас только снаружи. Колонны меньших размеров, а также имеющие хомуты, которые разделяют пространство внутри колонны на ряд клеток, необходимо бетонировать сбоку участками высотой не более 1...2 м.

При бетонировании колонн сверху нижний слой толщиной около 300 мм укладывают из раствора или из бетонной смеси с мелким гравием (иначе внизу получится бетон с раковинами). При сбрасывании следующей порции смеси наиболее крупный заполнитель втапливается в первый слой, в результате чего образуется смесь нормального состава. На высоте около 0,7 м от низа колонны в опалубке иногда оставляют смотровое отверстие, через которое наблюдают за укладкой и дополнительно штыкуют смесь железными шуровками. Смотровое отверстие заделывают, как только бетонная смесь дойдет до его уровня.

Бетонную смесь в колоннах уплотняют внутренними вибраторами с жестким или гибким валом.

Вибраторы с гибким валом со стержневыми нако-

нечниками удобны для уплотнения бетонной смеси в колонне как сбоку, так и сверху даже при густой арматуре. Кроме того, можно опускать в колонну на канате вибраторы с жесткой штангой.

В колоннах небольшого поперечного сечения или тонких стенках значительной высоты бетонную смесь раньше часто уплотняли наружными вибраторами. Однако этот способ ныне не применяют ввиду большой трудоемкости, неравномерности уплотнения и расстройств стыков и креплений опалубки. В процессе бетонирования для плотной укладки смеси полезно обстукивать стенки опалубки снаружи на уровне укладываемого слоя бетонной смеси (и несколько ниже) деревянным молотком «барсом». Особенно тщательно обстукивают углы форм.

Колонны, как правило, бетонируют на всю высоту этажа без перерыва. Рабочие швы устраивают только у самого низа колонн на уровне верха фундамента или перекрытия или вверху колонны на несколько сантиметров ниже уровня примыкания балок перекрытия (рис. IV.5, а). В поддерживающих безбалочных перекрытиях колоннах с капителями (рис. IV.5, б) рабочий шов устраивают у низа капители, которую бетонируют одновременно с плитой перекрытия. Колонны промышленных цехов могут иметь рабочие швы на уровне верха подкрановых балок либо на уровне низа консолей (выступов), поддерживающих подкрановые балки (рис. IV.5, в).

Балки и прогоны бетонируют, как правило, одновременно с плитами перекрытия. Разрыв во времени может быть допущен в виде исключения только при очень высоких балках и прогонах (высотой 800...1000 мм и более). В этих случаях рабочий шов устраивают в балках на 30...50 мм ниже уровня плиты.

Для образования защитного слоя в балках и прогонах арматуру лучше всего устанавливать на специальные подкладки, изготовленные из цементного раствора. Иногда при отсутствии подкладок для этой цели применяют обрезки арматурной стали («лягушки»). Однако такая замена нежелательна, а для наружных и подземных конструкций недопустима, так как способствует прониканию влаги и ржавлению арматуры.

Для образования защитного слоя в плитах арматуру по мере бетонирования слегка встряхивают металличе-

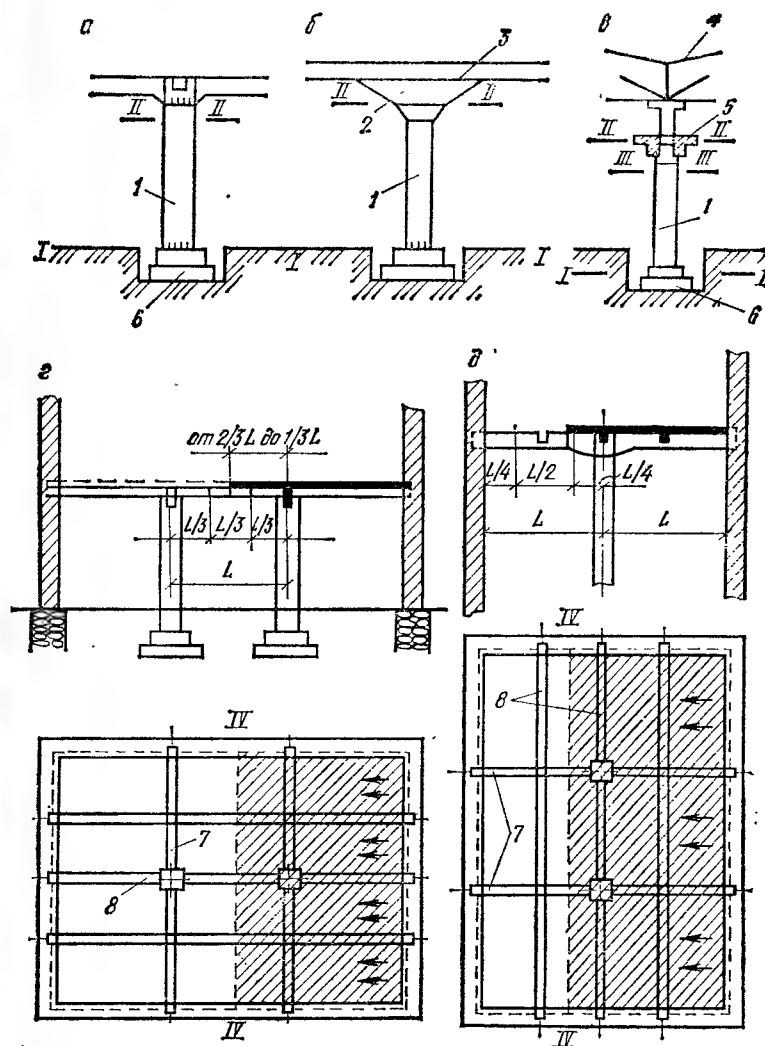


Рис. IV.5. Расположение рабочих швов при бетонировании каркасных конструкций

а, б, в — расположение рабочих швов в колоннах; г, д — расположение рабочих швов в перекрытиях; 1—1, IV—IV — рабочие швы; 1 — колонна; 2 — капитель безбалочного перекрытия; 3 — плита; 4 — ферма; 5 — подкрановая балка; 6 — фундамент; 7 — прогоны; 8 — балки (стрелками показано направление бетонирования)

скими крючьями, следя при этом за тем, чтобы под арматурой образовался слой бетона необходимой толщины (обычно 10 мм). Более целесообразно укладывать арматурные сетки на специальные подкладки (из пластмассы или из цементного раствора, но не из арматурной стали).

Очень важно выдержать в натуре проектную толщину плиты, для чего применяют маячные рейки, слегка прибиваемые к опалубке. Верх рейки должен совпадать с проектным уровнем верха плиты. Рейки снимают по мере бетонирования, а углубления заделывают бетонной смесью одновременно с заглаживанием поверхности плиты.

При наличии верхней арматуры, уложенной на подставках из арматурной стали, уплотнение бетонной смеси необходимо вести с переставных скамеек, чтобы не помять верхнюю арматуру и сохранить ее проектное положение.

Для уплотнения бетонной смеси в балках применяют вибробулавы и вибраторы с гибким валом. Балки высотой до 400 мм бетонируют обычно в один слой, более высокие — в два-три слоя толщиной по 300...400 мм. Плиты бетонируют, уплотняя смесь с помощью поверхностного вибратора. Поверхность плиты выравнивают и заглаживают затирочной машиной, а при малых объемах работ — правилом и гладилками.

Рабочие швы при бетонировании перекрытий устраивают в средней части балок и плит (рис. IV.5, г, д). При бетонировании ребристых перекрытий в направлении, параллельном балкам (см. рис. IV.5, г), шов устраивают в пределах средней трети пролета балок, а при бетонировании в направлении, перпендикулярном балкам, — в пределах двух средних четвертей пролета прогонов и плит. Нельзя устраивать рабочие швы у опор, так как впоследствии в местах швов могут возникнуть трещины. Рабочие швы как в балках, так и в плитах должны быть вертикальными, поэтому в намеченных местах прерыва бетонирования должны ставить: в плитах — рейки по толщине плиты, а в балках — шитки с вырезами для пропуска арматуры (рис. IV.6). Бетонирование перекрытия лучше вести по направлению второстепенных балок (см. рис. IV.5, д). В этом случае в наиболее нагруженных прогонах перекрытия швов не будет, а в плитах швы пересекут только распределительную (а не

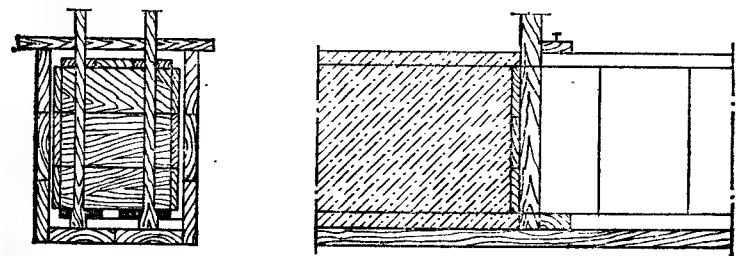


Рис. IV.6. Устройство рабочего шва в балке перекрытия

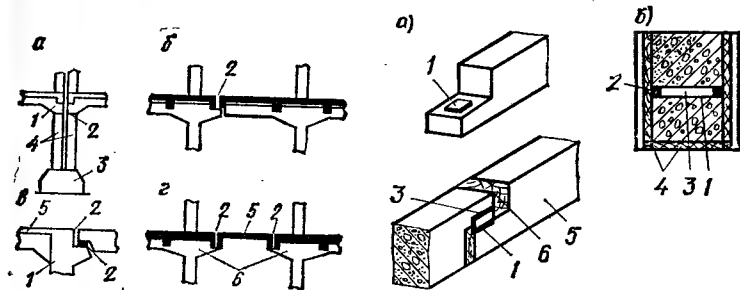


Рис. IV.7. Температурные швы в каркасных конструкциях

а — шов с парными колоннами; б — шов по перекрытию; в — шов по консоли; г — шов с вкладышами; 1 — балки; 2 — температурный шов; 3 — фундамент; 4 — колонны; 5 — плита; 6 — консоли

Рис. IV.8. Устройство температурного шва на консоли

а — конструкция шва; б — поперечный разрез в месте шва; 1 — нижний опорный лист; 2 — обмазка глиной; 3 — верхний опорный лист; 4 — опалубка; 5 — деревянный вкладыш; 6 — толь

рабочую) арматуру. Однако можно вести бетонирование и по направлению главных балок-прогонов с соблюдением указанных выше правил.

При бетонировании безбалочных перекрытий рабочие швы устраивают также в средней части пролетов плит.

Устройство температурных швов (рис. IV.7) выполняют особенно тщательно. При установке спаренных колонн нужно следить за тем, чтобы не сбить при бетонировании вставленную в короб перегородку и обеспечить спаренным элементам одинаковые размеры. В температурных швах на консолях и швах с вкладышами (рис. IV.8) необходимо обеспечить высокую прочность консолей и возможность скольжения одной поверхности по другой. Опорную поверхность выравни-

вают строго по уровню и затирают стальной теркой, не допуская бугорков и неровностей, после чего укладывают металлический опорный лист.

К бетонированию вкладыша можно приступать не ранее двух-трех дней после бетонирования консоли, когда бетон отвердеет. Предварительно надо тщательно проверить, как укреплены леса и стойки опалубки, затем натереть и присыпать графитом нижний опорный лист, уложить на него верхний опорный лист и обмазать глиной вровень с ним полосу между краями листов и опалубкой.

Для создания зазора в шов следует заложить дощечки, обернутые толем (для облегчения удаления их при распалубливании).

При возведении зданий методом подъема пакет железобетонных плит перекрытий (по числу этажей здания) изготовляют внизу, обычно на уровне верха фундаментов здания. Плиты имеют размеры, соответствующие размерам и конфигурации здания в плане.

Технология бетонирования плит соответствует описанной выше. Особенностью работ является необходимость устройства специальных разделительных слоев между плитами. Для этой цели следует применять лак-этиноль и известковый шлам с добавлением казеинового клея или казеино-меловую пасту.

Лак-этиноль набрызгивают краскопультом в два слоя общей толщиной до 1 мм с разрывом в 2 ч. После этого через 2 ч наносят слой известкового шлама с казеиновым клеем. Казеино-меловую пасту наносят валиками.

Разделительный слой устраивают только в сухую погоду или под укрытием от дождя.

Замоноличивание сборно-монолитных конструкций

При бетонировании монолитных частей сборно-монолитных конструкций применяют технологию, описанную выше, в зависимости от вида и характера конструкций (стены и ядра жесткости, возводимые в переставной и скользящей опалубке; замоноличивающие междуэтажные перекрытия и др.). Оборудование для подачи и распределения бетонной смеси выбирают в увязке с оборудованием, монтирующим сборные конструкции. Поэтому зачастую для подачи бетонной смеси используют монтажные краны и бады. Однако в ряде случаев,

определяемых производственными и экономическими соображениями, оказывается целесообразным применение шахтных подъемников, а также средств трубопроводного транспорта (пневмонагнетатели, бетононасосы). При небольших объемах работ, а также при тонких сечениях замоноличивающих конструкций (до 100 мм) укладывают обычно песчаную бетонную смесь (без крупного заполнителя), подаваемую растворомасосом.

При использовании шахтных подъемников для подачи бетонной смеси их обычно крепят к каркасу многоэтажного здания. Подъемник имеет загрузочный бункер на уровне земли и подъемный ковш, выгружающий смесь в подвесной бункер, перемещаемый по высоте на требуемую отметку, зависящую от отметки перекрытия и габаритов распределяющего оборудования (наиболее удобны приводные самокатные тележки). Обычно высота подъемника над верхним перекрытием составляет 3 м.

Бетонирование сводов и арок

Своды и арки небольшого пролета бетонируют без перерыва. При этом укладку бетонной смеси ведут одновременно с двух сторон, от опор к середине (от «пят» к «ключу») свода, иначе возможен перекося опалубки. Если есть опасность выпучивания, т. е. поднятия опалубки у ключа свода во время бетонирования боковых его частей, то незабетонированный участок опалубки в ключе свода загружают временной нагрузкой (например, мешками с песком).

Своды и арки больших пролетов бетонируют отдельными отсеками («клиньями»), причем укладку бетонной смеси начинают сразу на трех участках — у двух пят и в ключе свода. Порядок бетонирования устанавливают в проекте. Дальнейшее бетонирование ведут клиньями, расположенными так, чтобы была обеспечена симметричная и равномерная нагрузка опалубки. Между клиньями оставляют усадочные швы, представляющие собой зазоры шириной 200...500 мм, которые замоноличивают после того, как произойдет основная усадка бетона в клиньях (через 5...7 дней).

Уплотнение бетонной смеси в тонкостенных сводах выполняют поверхностными вибраторами, в массивных сводах и арках (в зависимости от густоты арматуры) —

различными внутренними вибраторами. Подвижность бетонной смеси должна быть такой, чтобы не было ее сползания по наклонной поверхности опалубки. При бетонировании клиньев устанавливают временную опалубку для образования боковых граней клина. Крутые своды на участках у опор бетонируют в двухсторонней опалубке, причем вторую (верхнюю) опалубку устанавливают отдельными щитами по ходу бетонирования.

ГЛАВА 25. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ

Бригадный подряд

Организация производства во всех отраслях строительства, в том числе, естественно, и организация железобетонных работ, как показала практика, дает наиболее высокий эффект при использовании различных форм хозяйственного расчета, нашедших широкое применение в строительстве за последние годы. Наиболее широко распространен бригадный подряд, являющийся новой формой низового хозяйственного расчета. Подряд повышает ответственность и заинтересованность работников в достижении конечных результатов коллективного труда на основе договорных отношений строительно-монтажных организаций с бригадами рабочих.

Бригадный подряд применяют как на вновь начинаемых, так и на переходящих стройках и объектах (объектом, как известно, считают отдельное здание или сооружение, на которое в проекте составлена самостоятельная объектная смета, определяющая его стоимость и расход материальных и трудовых ресурсов).

При строительстве крупных объектов для производства промежуточных расчетов с бригадой целесообразно делить объем работ по договору на отдельные технологические этапы (например, выделить из всего объема работ по объекту железобетонные работы по зданию).

Типовой договор бригадного подряда, подписываемый руководителем строительной организации и бригадиром хозрасчетной бригады, содержит обязательство бригады в соответствии с поручением организации выполнить все работы по строительству (или реконструк-

ции) объекта (его очереди, этапа, узла) и обеспечить его готовность к сдаче заказчику в установленный срок.

Договор предусматривает состав, объемы, технологию производства и последовательность выполнения работ в соответствии с проектно-сметной документацией и проектом производства работ. В нем указывают сметную стоимость работ, сроки начала и окончания работ (в целом и по укрупненным этапам работ).

Строительно-монтажная организация обязуется: временно обеспечивать бригаду проектно-сметной документацией, необходимыми машинами, механизмами, инструментом, инвентарем, оснасткой и всеми материальными ресурсами по графику; обеспечить необходимый учет и инженерное руководство работами; ежемесячно подводить итоги и информировать бригаду о результатах ее работы.

Хозрасчетная бригада обязуется выполнить работы в срок и требуемого качества, рационально использовать материалы, машины и автотранспорт, соблюдать все требования охраны труда.

При успешном выполнении условий договора хозрасчетной бригаде выплачивают следующие премии: за выполнение аккордного задания; за достигнутую экономию от снижения плановых затрат на выполнение работ (из средств фонда материального поощрения, образованного за счет отчисления от прибыли); за ввод в действие производственных мощностей и объектов строительства; сохранность сборных конструкций и деталей.

К договору прилагают: проект производства работ; аккордный наряд с калькуляцией затрат труда и заработной платы; расчет плановых затрат; лимитно-комплектночные карты на материалы, конструкции и детали.

Более совершенной формой подряда является сквозной поточный бригадный подряд. Такой подряд основан на поточном методе строительства и охватывает все звенья строительного конвейера — «завод — комплектация — транспорт — стройка», работающие по согласованным графикам.

Наиболее высокий уровень организации строительного производства достигают, применяя так называемый коллективный подряд. Такой подряд охватывает не отдельную бригаду или строящийся объект, а целое строительное подразделение (например, строительное управление, передвижную механизированную колонну) и да-

же строительный трест в целом. По этому методу успешно работает трест Мособлстрой № 18 Главмособлстроя, руководимый Н. И. Травкиным.

Состав рабочих процессов, выполняемых специализированными бригадами

Ниже, для большей ясности и простоты изложения рассмотрен случай, когда работы по бетонированию конструкций выполняют отдельные бригады опалубщиков, арматурщиков и бетонщиков. Каждую бригаду оснащают комплектом ручных машин и инструмента в соответствии с характером возводимой конструкции и технологией производства работ.

В состав рабочих процессов по установке и разборке опалубки входят:

- подготовка участка для установки опалубки (при необходимости с местной планировкой грунта);

- перенос осей и отметок возводимых конструкций на место монтажа опалубки;

- проверка качества поверхности доставленных щитов опалубки;

- комплектование опалубки и соединительных деталей, складирование их по маркам в порядке монтажа;

- установка в проектное положение опалубки и ее крепление;

- установка подмостей и лесов с проверкой их прочности и устойчивости;

- проверка соответствия форм и геометрических размеров смонтированной опалубки рабочим чертежам;

- очистка смонтированной опалубки от мусора и грязи;

- систематическое наблюдение за состоянием опалубки, лесов, подмостей и креплений в процессе бетонирования и при необходимости дополнительное крепление;

- разборка опалубки и лесов по этапам в соответствии с указаниями технического персонала;

- сортировка, складирование, ремонт (при необходимости) и подготовка к повторному употреблению (включая покрытие смазкой элементов металлической опалубки).

В состав рабочих процессов, выполняемых бригадой арматурщиков, входят:

- присмка арматуры на строительстве, сортировка ее и складирование;

- укрупнительная сборка на приобъектной площадке арматурных элементов;

- подготовка арматуры, монтируемой отдельными стержнями или плетями;

- установка (монтаж) арматурных пространственных каркасов, сеток и стержней;

- соединение арматурных элементов (внахлестку, сваркой или вязкой);

- сварка выпусков арматуры железобетонных конструкций между собой;

- установка и закрепление в проектное положение кондукторов с анкерными болтами и закладных деталей.

В состав рабочих процессов, выполняемых бригадой бетонщиков, входят:

- очистка опалубки перед бетонированием и поливка ее водой (относится к деревянной опалубке); заделывание щелей и смазывание поверхности стальной опалубки (могут выполнять по договоренности как опалубщики, так и бетонщики);

- очистка арматуры и закладных деталей от грязи, ржавчины и налипшего цементного раствора; обработка рабочих швов (снятие цементной пленки);

- подготовка и опробование в работе механизмов и оборудования, а также подготовка инвентаря и приспособлений, применяемых в работе по распределению и укладке бетонной смеси;

- очистка опалубки и арматуры от снега и льда, их прогрев паром, горячей водой или теплым воздухом (в зимних условиях);

- прием, подача, распределение и укладка бетонной смеси в конструкцию;

- установка и перемещение в процессе бетонирования грузоподъемного оборудования (если это по договору входит в обязанности бригады), а также вибропитателей, виброжелобов, бункеров, бетоноводов, передвижных конвейеров и др.;

- промывка бетоноводов и прокачка цементного или известкового раствора (между пыжами) перед бетонированием;

- очистка (и при необходимости промывка) механизмов, инвентаря и приспособлений после бетонирования от налипшего бетона и грязи;

поливка бетона в установленные сроки в соответствии с режимом ухода за бетоном;

наблюдение (при прогреве бетона) за сохранением проектного положения электродов, внешних и внутренних нагревателей, измерительных термодатчиков, тщательно укрытия уложенного бетона;

покрытие поверхности бетона специальными эмульсиями (в условиях сухого жаркого климата), если это по договору входит в состав работы бригады;

укрытие бетона специальными пленками (в условиях сухого жаркого климата), а также утеплителями (в зимних условиях), если это по договору входит в состав работы бригады.

Каждую бригаду разбивают на специализированные звенья, выполняющие один или несколько процессов. Соответствующую разбивку на звенья, их состав и число определяет бригадир совместно с мастером в соответствии с условиями производства и ходом работ. Общая выработка звеньев рабочих, занятых на укладке и уплотнении бетонной смеси, должна быть увязана со сменной производительностью оборудования, подающего смесь в конструкцию.

При бетонировании конструкций, не допускающих перерыва, вместо обычной двухсменной работы организуют трехсменную работу по скользящему графику.

Обеспечение согласованности рабочих процессов

Обязательным требованием при организации железобетонных работ является наличие связи между звеньями по приему, подаче и укладке материалов на уровне земли и на уровне ведения работ. Связь может быть осуществлена посредством световой и звуковой сигнализации. Возможны также сигнализация по радио и связь по телефону. Пояснения условных сигналов (табл. IV.2) помещают на щитках, вывешенных у мест приемки материалов и укладки их в дело. Знание условных сигналов машинистами, бригадирами, операторами и рабочими, а также умение ими пользоваться проверяет мастер или производитель работ.

При подаче бетонной смеси в бадьях краном может быть применена знаковая сигнализация. Общеупотребительны следующие сигналы, подаваемые сигнальщи-

IV.2. УСЛОВНЫЕ СВЕТОВЫЕ И ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЫ (НА ПРИМЕРЕ БЕТОННЫХ РАБОТ)

Значение сигнала	Место установки сигнального щитка	Вид сигнализации		
		Световой сигнал		Звуковой сигнал
		цвет лампы	число	число коротких звонков
Приготовьтесь! Принимайте бетонную смесь	П	З	1	1
Бетонной смеси нет (бетонная смесь не поступает)	П; У	З	2	2
Прекращаю подачу бетонной смеси. Выключаю мотор (прекратите подачу бетонной смеси. Выключайте мотор)	П; У	Ж	1	3
Осторожно! Прочищаю оборудование (очищайте оборудование)	П; У	К	1	4
Внимание! Образовалась пробка! Ликвидирую пробку (образовалась пробка)	П; У	Ж	2	5
Опасно! Возможна авария	У; П	К	2	Протяжный
Все готово! Подавайте бетонную смесь	У	З	1	1

Примечания: 1. П — установка сигнального щитка у места приема бетонной смеси (в бункер бетононасоса, питатель транспортера, бадью крана и др.); У — установка сигнального щитка; у места укладки; 3 — зеленый световой сигнал; Ж — желтый; К — красный.

2. В скобках приведено значение сигнала у места укладки.

ком, стоящим близ места приемки груза, так чтобы его видел машинист крана:

«поднять груз или крюк крана» — правую руку поднимают вверх и держат в таком положении до конца подъема;

«опустить груз или крюк крана» — правую руку опускают до уровня бедра и слегка покачивают ею;

«опустить стрелу крана» — руки скрещивают внизу;

«поднять стрелу» — руки скрещивают над головой;

«немного поднять» — руки сгибают в локтях снизу вверх;

«чуть-чуть опустить» — руки поднимают над головой и слегка покачивают ими;

«поворот груза вправо (влево) и передвижение кра-на» — поднимают правую или левую руку в сторону до уровня плеч;

«стоп» — поднимают обе руки в стороны до уровня плеч.

Для сообщения между рабочими зонами в период производства бетонных работ устанавливают инвентарные металлические лестничные клетки, инвентарные лестницы с дуговым тыльным ограждением, консольные мостики вдоль фронта сооружения и т. д. Тип и размещение ходов сообщения на каждом участке бетонирования предусмотрены в проекте производства работ, но при необходимости мастер или прораб по согласованию с лицом, ответственным за технику безопасности на стройке, уточняет эти данные.

Календарный план организации производства железобетонных работ

Для возведения каждого сооружения определены календарные строки, выдержать которые помогает календарный план (график) строительства, устанавливающий последовательность всех работ и продолжительность каждой из них.

Каждая бригада, участвующая в процессе бетонирования конструкции, должна иметь подготовленный фронт работ: бетонщики могут начать укладку бетонной смеси лишь после того, как на месте работ будет установлена опалубка и уложена арматура; арматурщики — когда будет установлена и раскреплена опалубка. Лишь при таком условии каждая бригада может работать без простоев.

Чтобы достичь этого, железобетонные работы следует вести методом захваток. Строящийся объект разбивают на ряд участков, более или менее одинаковых по трудоемкости укладки бетонной смеси, и рабочий процесс организуют так, чтобы на каждом участке в каждый данный момент выполняли только один вид работ. Предположим, например, что сооружение разбито на восемь участков (рис. IV.9). На 1-м из них начинают

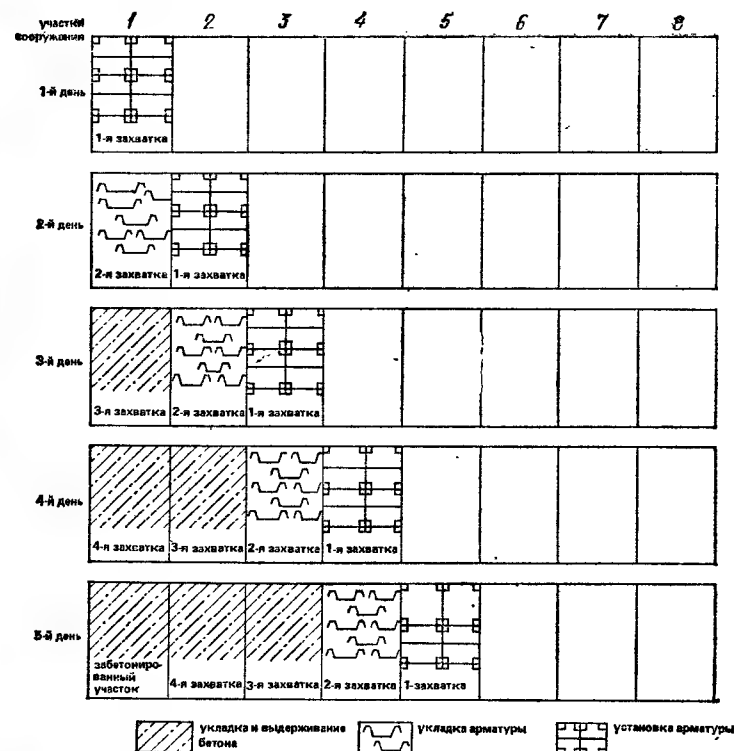


Рис. IV.9. Схема организации железобетонных работ в четыре захватки (продолжительность работы на захватке принята условно в один день)

опалубочные работы. По окончании их опалубщики переходят на 2-й участок, а на 1-м приступают к работе арматурщики. Затем опалубщики переходят на 3-й участок, арматурщики на 2-й, а на 1-й участок, где уже установлена опалубка и арматура, приходят бетонщики. Затем опалубщики начинают работу на 4-м участке, арматурщики на 3-м, бетонщики на 2-м, а на 1-м участке не производят никаких работ, кроме ухода за уложенным бетоном (укрытие бетона, его поливка и т. д.). На следующих четырех участках-захватках весь цикл повторяют.

Ведущим видом работ в этом сложном комплексе является бетонирование, которое и определяет темп строительства. Таким образом, работы по возведению железобетонного сооружения следуют вести, как прави-

ло, по четырехзахватной системе. Число захваток (а следовательно, и продолжительность работ) можно уменьшить, например, применением арматурно-опалубочных блоков. В этом случае арматуру и опалубку соединяют в блоки вне строящегося сооружения и устанавливают, таким образом, одновременно, благодаря чему число захваток сокращается до трех.

В зависимости от температуры воздуха, качества цемента и других факторов сроки твердения бетона различны. Когда бетон на первом забетонированном участке приобретет достаточную прочность, опалубку на нем разбирают и переставляют на новое место. В дальнейшем разборка и перестановка опалубки происходит в том же темпе, что остальные работы, и новых комплектов опалубки не требуется. Таким образом, число комплектов опалубки, необходимых для возведения сооружения, находится в прямой зависимости от сроков твердения бетона; для увеличения оборачиваемости, а следовательно, и для удешевления опалубки необходимо по возможности сокращать сроки твердения бетона.

Для успешного бесперебойного ведения работ по методу захваток необходимо соответствующим образом комплектовать бригады бетонщиков, арматурщиков и опалубщиков, подбирая их состав так, чтобы продолжительность работы на каждом участке-захватке была одинаковой. В противном случае одна бригада, нагоняя другую, не получит достаточного фронта работ и вынуждена будет простаивать в ожидании его подготовки.

Численный состав каждой специализированной бригады определяют по ЕНиР или по КТП (картам трудовых процессов) в зависимости от трудоемкости работ для различных железобетонных конструкций (рекомендуется шире использовать карты трудовых процессов, предусматривающие прогрессивную организацию труда с производительностью более высокой, чем предусмотрено ЕНиР). При этом следует помнить, что бригадам должна быть обеспечена возможность перевыполнения норм, что учитывают при определении размеров захваток. Организация работ по методу захваток значительно облегчается, если рабочие владеют смежными профессиями (например, арматурщика и бетонщика).

Надобность в разбивке сооружения на захватки отпадает при ведении работ в скользящей опалубке. Здесь опалубку устанавливают только один раз в начале

строительства; нет также надобности устраивать отдельную захватку для арматурщиков, так как установка арматуры и укладка бетонной смеси фактически выполняются одновременно.

На свежезабетонированном перекрытии не допускают производства каких-либо работ для обеспечения нормального процесса твердения бетона. Это обстоятельство необходимо учитывать при возведении многоэтажных зданий, где опалубку вышерасположенного этажа можно устанавливать лишь после достижения бетоном известной прочности. Этот разрыв во времени составляет, как правило, не менее 2...3 сут, что следует учитывать при составлении графика работ по возведению многоэтажных железобетонных зданий.

Организация бетонных и железобетонных работ должна обеспечить скоростное возведение сооружений. Для этого следует: производить работы не менее чем в две смены; сокращать разрывы во времени между работами разных бригад на данной захватке; принимать меры для ускорения твердения бетона использованием быстротвердеющих цементов, электроразогрева бетонной смеси, электропрогрева бетона и др.

Однако в ряде случаев при невысоких температурах воздуха (в осенний или весенний период), а также при применении медленно твердеющих цементов (шлакопортландцемента, пуццоланового портландцемента) бетон твердеет медленнее, чем в обычных условиях. При этих обстоятельствах часто приходится отводить для ухода за твердеющим бетоном не одну, а две-три захватки, т. е. применять 5...6-захватную систему. Все эти вопросы должны быть решены в проекте производства работ (ППР). В этом же проекте определяют размер захваток-участков с тем, чтобы обеспечить всем бригадам и звеньям фронт работ минимум на сутки, избежать переходов с одной захватки на другую в течение рабочего дня. Однако, при форсированных темпах возможно сокращение фронта работ до половины суток с тем, чтобы переход на новую захватку совпадал с обеденным перерывом.

При возведении конструкций, не допускающих прерыва в бетонировании, бригаде должен быть предоставлен полностью весь фронт работ по бетонированию конструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Журнал бетонных работ (форма)

Первая страница

Строительство

Объект

Объем бетона, м³:

неармированного • • • • •

армированного

В том числе бетона, м³:

класса

класса

класа

Производитель работ

Лаборант

Год

Начат , Окончен

Последующие страницы

Продолжение приложения I

1	Месяц и число	2	Наименование бетонируемой части сооружения и конструктивных элементов (с указанием координатных осей и отметок)	3	Класс бетона	4	Состав бетонной смеси и водоцементное отношение	5	Вид и активность цемента	6	Осадка конуса (средняя)	7	Температура бетонной смеси по выходе из бетономесителя	8	Температура бетонной смеси при укладке	9	Объем бетона, уложенного в дею (за смену)	10	Способ уплотнения бетонной смеси (тип вибратора)	11	Температура воздуха	12	Атмосферные осадки и пр.	13	Маркировка контрольных образцов	14	при распаковывании	15	через 28 дней	16	Дата распаковывания данной части сооружения
---	---------------	---	---	---	--------------	---	---	---	--------------------------	---	-------------------------	---	--	---	--	---	---	----	--	----	---------------------	----	--------------------------	----	---------------------------------	----	--------------------	----	---------------	----	---

Примечания: 1. В графах 3...6 данные проставляют: при доставке с центрального завода — по данным паспорта (с указанием его номера), при изготовлении на местной бетонобетонной установке — по данным лаборатории.

2. Графы 7 и 8 заполняют только в зимних условиях и при сухом жарком климате.

3. Данные измерений температуры бетона при выдерживании заносят в специальную ведомость контроля температур.

Ведомость контроля температур (форма)

Первая страница

Строительство	Лаборант	Год	Начат	Окончен
Объект				
Производитель работ				

Конструкция (шифр)	Объем бетона, м ³	Молярная поверхность, м ² /м ³	Метод выдерживания бетона		Дата укладки бетона		М ³ температурных скважин		Начало выдерживания бетона		Дата замеса и температура бетона		Продолжительность выдерживания, ч	Число градусо-часов	Средняя температура выдерживания	Маркировка контрольных образцов	Условия выдерживания образцов	Прочность образцов, МПа
			месяц	число	месяц	число			месяц	число	час	температура бетона						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		

Примечания: 1. Под началом выдерживания бетона (графы 8 и 9) понимают время пуска пара или включения электрического тока при искусственном обогреве бетона, или время окончания бетонирования конструкции при методе термоса. 2. В ведомости условными обозначениями должно быть отмечено время прекращения пуска пара или включения электрического тока в распалубивания конструкции.

Аннотированный список литературы

Алексеев В. А., Жаdanовский Б. В., Копелевич Л. Х. Техника безопасности при производстве арматурных, бетонных и каменных работ. — М.: Стройиздат, 1986.—72 с.

Описаны безопасные методы труда при выполнении арматурных, бетонных и каменных работ. Изложены основные обязанности рабочих и административного персонала по обеспечению безопасных условий труда и производственной санитарии. Приведены мероприятия и охарактеризованы средства техники безопасности, предназначенные для защиты работающих от опасных производственных факторов.

Бетонные и железобетонные работы / В. Д. Топчий, К. И. Башлай, Н. И. Евдокимов и др. — 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1987.—342 с.

Приведены основные сведения по бетонным, опалубочным и арматурным работам; рекомендации по подбору состава строительных смесей; описана технология их приготовления. Рассмотрены особенности производства работ в зимнее время. Приведены современные конструкции опалубки и ее использование для изготовления монолитных конструкций. Описаны способы заготовки арматурных стержней и производства сварных сеток и каркасов, технология, изготовления предварительно напряженных конструкций.

Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений / Б. И. Березовский, Н. И. Евдокимов, Б. В. Жаdanовский и др. — М.: Стройиздат, 1981.—323 с.

Рассмотрены технология возведения монолитных конструкций и комплексная механизация бетонных и железобетонных работ. Особое внимание уделено схемам комплексной механизации работ при возведении наиболее массовых монолитных конструкций в промышленном и гражданском строительстве. Даны сравнительный анализ и технико-экономические показатели различных конкретных схем. Приведены современные конструкции опалубки, технология ее монтажа и демонтажа. Освещены вопросы повышения производительности труда и сокращения ручных операций на строительной площадке.

Мацкевич А. Ф. Несъемная опалубка монолитных железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1986. — 95 с.

Даны общие сведения по расчету, проектированию и изготовлению несъемной опалубки для возведения монолитных железобетонных конструкций. Описана конструкция железобетонной, армоцементной, стеклоцементной, фибробетонной опалубки и других опалубочных систем. Изложены технология монтажа и демонтажа опалубки, способы крепления ее элементов, герметизация и заделка щелей между ними. Даны технико-экономические показатели применения несъемной опалубки.

Совалов И. Г., Могилевский Я. Г. Железобетонные работы при возведении многоэтажных зданий. — М.: Стройиздат, 1981. — 169 с.

Описаны способы возведения многоэтажных зданий с применением сборно-монолитных конструкций. Даны технико-экономические сопоставления различных технологических процессов устройства сборно-монолитных конструкций наземной части многоэтажных зданий. Даны предложения по внедрению современных методов организации производства и труда в соответствии с требованиями научно-технического прогресса.

Сытник В. С., Ключин А. Б. Геодезический контроль точности возведения монолитных зданий и сооружений. — М.: Стройиздат, 1981. — 120 с.

Рассмотрены вопросы выполнения геодезических работ при строительстве монолитных высотных зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке. Приведены методы расчета точности по строительным допускам, предложен способ математической обработки результатов измерений неперпендикулярности подъема опалубки. Описаны конструктивные особенности лазерных геодезических приборов.

Хяутин Ю. Г. Монолитный бетон (технология производства работ). — М.: Стройиздат, 1981. — 448 с.

Изложен отечественный и зарубежный опыт производства монолитного бетона и возведения конструкций из него. Рассмотрены процессы приготовления, транспортирования, укладки бетонной смеси и ухода за бетоном. Освещены современные методы контроля качества бетонной смеси и бетона, вопросы механизации отдельных процессов.

Чирков Ю. Б. Возведение монолитных конструкций из легкого бетона. — М.: Стройиздат, 1984. — 168 с.

Изложены методы подбора состава легкого бетона, описаны процессы предварительной подготовки пористых заполнителей, приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси, уход за бетоном. Рассмотрена технология возведения монолитных конструкций и сооружений из легкого бетона, предложены способы устранения недостатков традиционной технологии и повышения уровня индустриализации возведения монолитных конструкций и сооружений из легкого бетона.

ПЕРЕЧЕНЬ ПОМЕЩЕННЫХ ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Раздел I. Опалубочные работы

- I.1. Элементы стальной опалубки из гнутых профилей конструкции Приднепровского Промстройпроекта 27
- I.2. Общий вид комбинированного щита конструкции ЦНИИОМТП «Монолит» 30
- I.3. Комбинированная щитовая опалубка для бетонирования колонн и стен жесткости в зданиях из сборно-монолитных конструкций 31
- I.4. Узлы стыковки и крепления элементов комбинированной мелкощитовой опалубки 33
- I.5. Фрагмент смонтированной крупнощитовой комбинированной опалубки 40
- I.6. «Столовая» опалубка, подготовленная для установки на перекрытие этажа 43
- I.7. «Утиный нос» для извлечения «столовой» опалубки из-под забетонированного перекрытия 44
- I.8. Конструктивная схема пространственной опоры 46
- I.9. Щитовая деревянная опалубка 48

- I.10. Опалубка стен 49
- I.11. Работа гвоздей, закрепляющих прижимную доску 51
- I.12. Конструкция стыка щитов в углах 51
- I.13. Стяжка с гладким металлическим стержнем 55
- I.14. Замок крепления стяжек из арматуры периодического профиля 55
- I.15. Анкеры для закрепления наклонных тяжей 55
- I.16. Тяжи с коротышами 56
- I.17. Деревянные поддерживающие леса конструкции ЦНИИОМТП 58
- I.18. Инвентарные приспособления для соединения деревянных элементов поддерживающих лесов 58
- I.19. Расположение раскосов, раскрепляющих стойки лесов 59
- I.20. Сборка разборно-переставной опалубки ступенчатого фундамента 63
- I.21. Порядок сборки опалубки ленточных фундаментов 70
- I.22. Установка рамки под опалубку колонн 73
- I.23. Схема установки опор под опалубку перекрытий 75
- I.24. Схема опалубки ребристого перекрытия 75
- I.25. Конструктивные схемы опалубок системы Промстальконструкция для замоноличивания стыков 77
- I.26. Металлическая опалубка системы Мособлстроя для замоноличивания стыка ригеля с колонной 79
- I.27. Порядок установки опалубки бункеров различного типа 81
- I.28. Схема устройства инвентарной опалубки для бетонирования бункеров 82
- I.29. Конструктивная схема скользящей опалубки 89
- I.30. Принципиальная схема монтажа скользящей опалубки 92
- I.31. Механизированная циклично-переставная опалубка для возведения стен 94
- I.32. Домкратная рама для механизированной циклично-переставной опалубки 95
- I.33. Схема перемещения щитов механизированной циклично-переставной опалубки под действием механизма отрыва 95
- I.34. Неразъемные блок-формы фундаментов 97
- I.35. Унифицированная объемно-переставная опалубка конструкции ЦНИИОМТП 98
- I.36. Несъемная опалубка-облицовка 100

Раздел II. Арматурные работы

- II.1. Схема работы балок при изгибе 115
- II.2. Арматура основных элементов железобетонных конструкций 122
- II.3. Арматурные изделия 123
- II.4. Закладные детали 126
- II.5. Схемы правильно-отрезных станков 131
- II.6. Приспособление для правки стержневой арматуры вручную 131
- II.7. Станок для очистки стержней от ржавчины 132
- II.8. Станок для термофрикционного резания канатов 132
- II.9. Схема изгибания арматурного стержня на механическом станке 132
- II.10. Одновременное изгибание нескольких стержней с помощью специального держателя 136
- II.11. Ручной станок для изгибания арматуры 136

- II.12. Электрическая цепь при стыковой контактной сварке 141
- II.13. Внешний вид стыковых соединений, выполненных контактной электросваркой при правильном и неправильном режимах сварки 141

- II.14. Шаблон для проверки смещения осей стержней в стыках, выполненных контактной сваркой 141
- II.15. Контактная точечная сварка 144
- II.16. Схема трансформаторов для дуговой сварки 147
- II.17. Конструкция призматических инвентарных медных форм для ванной сварки стыковых соединений однорядных стержней 150
- II.18. Медная желобчатая подкладка для ванной сварки тесно расположенных стержней 150
- II.19. Гребенка электродов и конструкция медных форм для дуговой многоэлектродной ванной сварки труднодоступных соединений однорядных горизонтальных стержней 152
- II.20. Стык стержней в сборе перед сваркой на стальных скобах 152
- II.21. Приспособление для крепления медной формы и подкладки 154
- II.22. Рекомендуемая последовательность сварки стыков стержней со скобами-подкладками 157
- II.23. Стыковое соединение вертикальных стержней без скоб-подкладок 158
- II.24. Схема движения сетки при односточной сварке 163
- II.25. Типы проволочных узлов, применяемых при ручной вязке 165
- II.26. Приемы вязки проволокой пересечений арматурных стержней 166
- II.27. Фиксаторы для сварки арматурных каркасов 167
- II.28. Фрагменты арматурных сеток и каркасов, собранных с помощью специальных фиксаторов 167
- II.29. Стыки сварных сеток, выполненных внахлестку без сварки 178
- II.30. Сборно-монолитная конструкция каркаса многоэтажного здания 178
- II.31. Последовательность сварки арматурных стержней при возведении сборных железобетонных конструкций 180
- II.32. Стыковое соединение стержней арматуры с применением вставки 180

Раздел III. Бетонные работы

- III.1. Измерение осадки конуса 189
- III.2. Прибор для определения нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста 192
- III.3. Технологическая схема бетонного завода 199
- III.4. Передвижная блочная бетоносмесительная установка (технологический блок в рабочем положении) 201
- III.5. Гравитационный бетоносмеситель периодического действия 203
- III.6. Бетоносмеситель принудительного периодического действия 203
- III.7. Дозатор периодического действия 204
- III.8. Инвентарный слесный склад цемента 204
- III.9. Автобетоносмеситель 210
- III.10. Автобетоновоз с термоактивным кузовом 213
- III.11. Гравитационный бетоносмеситель-перегрузатель 213

ОГЛАВЛЕНИЕ

III.12. Поворотная бадья-ковш для подачи бетонной смеси	221
III.13. Вибробадья для бетонной смеси	222
III.14. Бадья вместимостью 1,6 м ³ со шторно-роликовым затвором	222
III.15. Скрепки и сбрасыватели бетонной смеси, подаваемой конвейерами	224
III.16. Передвижной сбрасыватель барабанного типа	224
III.17. Принципиальная схема работы бетононасоса с маслогидравлическим приводом	227
III.18. Комплект оборудования звеньев бетоновода	228
III.19. Смазка стенок бетоновода разжиженным известковым тестом перед бетонированием	231
III.20. Схема бетонирования массивного фундамента с применением бетононасоса и звеньевых хоботов	231
III.21. Рабочие зоны распределительной трехсекционной стрелы, складывающейся в вертикальной плоскости	232
III.22. Промывка бетоновода с применением двух банников и двух пыжей	232
III.23. Пневмонагнетательная установка	235
III.24. Бетоноукладчик УКБ-132	236
III.25. Вибропитатель	238
III.26. Виброжелоб длиной 6 м	239
III.27. Звеньевой хобот для опускания бетонной смеси	240
III.28. Виброхобот	240
III.29. Схема электромеханического вибратора	245
III.30. Принципиальные схемы вибрационных планетарных механизмов	245
III.31. Внутренний (глубинный) вибратор с жесткой штангой (булава)	
III.32. Вибратор с гибким валом	245
III.33. Поверхностные вибраторы	249
III.34. Схема перестановки внутренних (глубинных) вибраторов	251
III.35. Эталонный молоток Кашкарова для определения прочности бетона неразрушающим методом	256
III.36. Бадья для электроразогрева бетонной смеси	267
III.37. Оборудование для электропрогрева бетона	271
III.38. Схема индукционного прогрева бетона	275
Раздел IV. Технология и организация возведения железобетонных конструкций	
IV.1. Схема бетонирования подстилающего слоя под пол	299
IV.2. Расположение швов при бетонировании подстилающего слоя под полы	299
IV.3. Разравниватель бетонной смеси (на базе экскаватора Э-153)	300
IV.4. Ручной инструмент для заглаживания поверхности бетона	301
IV.5. Расположение рабочих швов при бетонировании каркасных конструкций	309
IV.6. Устройство рабочего шва в балке перекрытия	311
IV.7. Температурные швы в каркасных конструкциях	311
IV.8. Устройство температурного шва на консоли	311
IV.9. Схема организации железобетонных работ в четыре захватки	321

Предисловие	3
Раздел I. Опалубочные работы	6
Глава 1. Общие сведения	6
Опалубка и ее назначение	6
Материалы, применяемые для опалубки	7
Проект производства опалубочных работ	11
Глава 2. Разборно-переставная инвентарная опалубка	13
Общие сведения	13
Стальная опалубка	14
Комбинированная опалубка	27
Инварная оснастка для разборно-переставной опалубки	45
Деревянная опалубка	47
Глава 3. Крепежные и опорные элементы для разборно-переставной опалубки	52
Воздействие бетонной смеси на опалубку	52
Крепление опалубки	53
Поддерживающие леса	57
Глава 4. Монтаж и демонтаж разборно-переставной опалубки	61
Устройство опалубки ступенчатых фундаментов под каркас зданий и фундаментов под технологическое оборудование	61
Общие сведения	61
Устройство опалубки ленточных фундаментов	69
Устройство опалубки стен	70
Устройство опалубки каркасов рамного типа	72
Устройство опалубки бункеров и резервуаров	80
Демонтаж опалубки	83
Глава 5. Передвижная опалубка	88
Скользкая опалубка	88
Механизированная циклично-переставная опалубка	93
Глава 6. Опалубка из укрупненных элементов	96
Опалубочные блок-формы для отдельно стоящих фундаментов	96
Объемно-переставная опалубка	97
Опалубка в качестве ограждающих конструкций (несъемная опалубка)	99
Глава 7. Приемка изготовленной инвентарной опалубки и уход за ней	101
Приемка элементов инвентарной опалубки	101
Приемка установленной разборно-переставной инвентарной опалубки	104
Хранение опалубки	106
Ремонт и подготовка опалубки к повторному использованию	107
Нанесение смазки	108
Глава 8. Техника безопасности при производстве опалубочных работ	112
Раздел II. Арматурные работы	114
Глава 9. Арматурная сталь и изделия из нее	114
Общие сведения об арматуре	114
Классификация и сортамент арматурной стали	115

Основные свойства арматурной стали	119
Виды арматуры	121
Контроль качества арматуры	127
Приемка и складирование арматуры	128
Глава 10. Механическая обработка арматуры	129
Упрочнение арматуры	129
Обработка арматуры на правильно-отрезных станках	129
Правка, очистка и резание арматуры	130
Изгибание арматуры	135
Уход за оборудованием для механической обработки арматуры и техника безопасности при его эксплуатации	137
Глава 11. Электрическая сварка арматуры	139
Виды электрической сварки	139
Контактная сварка	140
Контактная точечная сварка	143
Дуговая сварка	145
Глава 12. Изготовление сварных закладных деталей	159
Заготовка элементов стыков	159
Сварка закладных деталей	160
Защита закладных деталей от коррозии	160
Глава 13. Изготовление арматурных изделий	162
Организация производства арматурных изделий	162
Изготовление плоских арматурных сеток и каркасов	163
Изготовление пространственных сварных арматурных каркасов	164
Изготовление вязаных арматурных сеток и каркасов	164
Приемка и контроль качества сварных арматурных изделий	165
Техника безопасности при изготовлении арматурных изделий	170
Глава 14. Производство арматурных работ на строительстве	172
Состав арматурных работ	172
Транспортирование и складирование арматурных изделий	173
Установка арматуры при возведении монолитных железобетонных конструкций	174
Установка арматуры при возведении сборно-монолитных конструкций	178
Установка арматуры при возведении сборных железобетонных конструкций	179
Техника безопасности при производстве арматурных работ	181
Раздел III. Бетонные работы	182
Глава 15. Бетон и бетонная смесь	182
Общие сведения о бетонах и их свойствах	182
Бетонная смесь и ее характеристика	188
Цементы, их разновидности и основные свойства	190
Добавки к вяжущим в бетонах	193
Заполнители для тяжелых бетонов	195
Заполнители для легких бетонов	197
Глава 16. Приготовление бетонных смесей	198
Технологические схемы бетонных заводов и установок	198
Основное оборудование бетонных заводов и установок	201
Основные требования при приготовлении бетонной смеси	205
Особенности приготовления сухой бетонной смеси	206
Автоматизация бетонных заводов и установок	207

Глава 17. Доставка бетонной смеси	208
Технология доставки бетонной смеси	208
Выбор средств, способов и режимов доставки бетонной смеси	215
Контроль качества доставленной бетонной смеси	217
Глава 18. Подача и распределение бетонной смеси	217
Общие правила подачи бетонной смеси	217
Подача бетонной смеси в бадьях	219
Подача бетонной смеси ленточными конвейерами	223
Подача бетонной смеси бетононасосами	225
Подача бетонной смеси пневмонагнетателями	234
Подача и распределение бетонной смеси бетоноукладчиками	235
Подача бетонной смеси вибротранспортными устройствами	237
Укладка бетонной смеси в конструкцию	240
Глава 19. Укладка и уплотнение бетонной смеси	241
Подготовка к бетонированию	241
Вибрационное уплотнение бетонной смеси	243
Безвибрационная укладка бетонной смеси	251
Глава 20. Уход за бетоном и контроль его качества	252
Условия твердения бетона и уход за ним	252
Контроль качества бетона и приемка работ	254
Исправление дефектов бетонирования	260
Глава 21. Производство бетонных работ в зимних условиях	261
Основы зимнего бетонирования	261
Приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси	265
Выдерживание бетона по методу термоса	268
Электропрогрев бетона	269
Паропрогрев бетона	275
Противоморозные добавки	276
Особенности бетонирования в условиях многолетнемерзлых грунтов	278
Контроль качества зимнего бетона	279
Глава 22. Производство бетонных работ в условиях сухого жаркого климата	281
Влияние сухого жаркого климата на технологию бетонных работ	281
Выбор материалов для бетона	283
Приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси	284
Уход за бетоном	286
Глава 23. Техника безопасности при производстве бетонных работ	289
Приготовление и транспортирование бетонной смеси	289
Уплотнение бетонной смеси вибраторами	292
Бетонные работы в зимних условиях	293
Раздел IV. Технология и организация возведения железобетонных конструкций	295
Глава 24. Бетонирование конструкций различных видов	295
Бетонирование фундаментов и массивов	295
Бетонирование подстилающего слоя под полы и покрытия полов	298

Бетонирование стен в разборно-переставной опалубке . . .	303
Бетонирование стен в скользящей опалубке	304
Бетонирование каркасных конструкций	307
Замоноличивание сборно-монолитных конструкций . . .	312
Бетонирование сводов и арок	313
Глава 25. Основы организации бетонных и железобетонных работ	
Бригадный подряд	314
Состав рабочих процессов, выполняемых специализированными бригадами	316
Обеспечение согласованности рабочих процессов	318
Календарный план организации производства железобетонных работ	320
Приложение 1. Журнал бетонных работ (форма)	324
Приложение 2. Ведомость контроля температур (форма)	326
Аннотированный список литературы	327
Перечень помещенных иллюстраций	329

Производственное издание

СОВАЛОВ Иона Григорьевич, МОГИЛЕВСКИЙ Яков Григорьевич,
ОСТРОМОГОЛЬСКИЙ Виктор Израилевич

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ РАБОТЫ

Редакция литературы по экономике, организации и управлению
строительством

Зав. редакцией П. И. Филимонов

Редактор Е. А. Ларина

Художественный редактор Г. А. Сафорова

Технический редактор М. В. Павлова

Корректоры Г. А. Кравченко, Г. Г. Морозовская

ИБ № 4288

Сдано в набор 19.11.87.	Подписано в печать 03.03.88.	Формат 84×108/32.
Бум. тип. № 1.	Гарнитура литературная.	Печать высокая.
Усл. печ. л. 17,64.	Усл. кр.-отг. 17,86.	Уч.-изд. л. 18,0.
Тираж 60 000 экз.	Изд. № AVII-1841.	Заказ № 347. Цена 1 руб.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 13 ПО «Периодика» ВО «Союзполиграфпром»
Государственного комитета СССР по делам издательства, полиграфии и
книжной торговли, 107005, Москва, Денисовский пер., д. 30